

**A INFLUÊNCIA DA FADIGA MENTAL NO DESEMPENHO FÍSICO
E TÉCNICO DE JOGADORES DE FUTEBOL EM
TREINAMENTOS E JOGOS – UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Mestrado em Treino de Alto Rendimento Desportivo

Ricardo Neves de Sá
Porto, Setembro 2017

A INFLUÊNCIA DA FADIGA MENTAL NO DESEMPENHO FÍSICO E TÉCNICO DE JOGADORES DE FUTEBOL EM TREINAMENTOS E JOGOS – UMA REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de dissertação apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto para obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento Desportivo (Decreto-lei n° 74/2006 de 24 de março).

Docente orientador:

Mestrado em Treino de Alto Rendimento Desportivo

Ricardo Neves de Sá
Porto, Setembro 2017

Ficha da Catalogação:

Sá, R. N. (2017). *A influência da fadiga mental no desempenho físico e técnico de jogadores de futebol em treinamentos e jogos: uma constatação ou uma suposição? – Revisão de literatura*. Porto: R. Sá. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento Desportivo, apresentado à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: FADIGA MENTAL, FUTEBOL, DESEMPENHO TÉCNICO, DESEMPENHO FÍSICO.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus por ter me possibilitado alcançar mais essa conquista em minha vida, dando-me força e determinação para seguir adiante, apesar de todas as lutas que se impuseram em meu caminho ao longo deste último ano.

Agradeço aos meus pais, Manoel Gomes de Sá Filho e Francisca Mari Chaparro Neves, pelo apoio e amor incondicional que me transmitem em cada palavra e gesto, independente da distância que nos separe, pois para o verdadeiro amor entre pais e filhos não há distância que os separe. Amo vocês e dedico esse trabalho para ambos.

Aos meus irmãos, Laura Sá de Aragão e Filipe Neves de Sá, pelo amor e amizade que sempre nos uniu e continuará nos unindo ao longo de nossas vidas. Amo vocês e, também, os dedico esse trabalho.

A todos os demais familiares, que sempre demonstraram carinho e apoio a mim, em todas as horas.

Aos meus amigos, que independente da distância e de onde eu me encontre, sei que sempre poderei contar com vocês.

A minha, mais que psicóloga, minha amiga Cinthya Sapundllief, que tem me ajudado ao longo deste último ano, sem sombra de dúvidas, a ser uma melhor pessoa.

E por último e não menos importante, a Priscilla Maciel que esteve comigo ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho e que sempre está “perto” de mim, me ajudando com o que for preciso, sempre com amor e carinho.

Meu muito obrigado a todos vocês!

ÍNDICE GERAL

| | |
|--|------|
| AGRADECIMENTOS..... | V |
| ÍNDICE GERAL..... | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | VIII |
| ÍNDICE DE TABELAS | IX |
| RESUMO | XI |
| ABSTRACT | XIII |
| LISTA DE ABREVIATURAS | XV |
| LISTA DE SÍMBOLOS | XVII |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. Estrutura do trabalho..... | 4 |
| 2. PROBLEMA | 7 |
| 3. OBJETIVOS | 11 |
| 3.1. Principal..... | 13 |
| 3.2. Secundários..... | 13 |
| 4. JUSTIFICATIVA | 15 |
| 5. METODOLOGIA..... | 19 |
| 5.1. Fontes de Pesquisa..... | 21 |
| 5.2. Critérios de seleção..... | 22 |
| 6. CAPÍTULOS INTRODUTÓRIOS | 25 |
| 6.1. Exigência no futebol: Caracterização do esforço | 27 |
| 6.2. A fadiga no futebol relacionada ao aspecto mental | 29 |
| 6.3. A fadiga central | 31 |
| 6.4. A fadiga mental relacionada a outros desportos | 33 |
| 6.5. A fadiga mental e o processo de detecção | 39 |
| 7. RESULTADOS DOS ESTUDOS | 43 |
| 8. DISCUSSÃO..... | 63 |
| 8.1. Características das amostras | 65 |
| 8.2. Protocolos de carga de trabalho | 66 |
| 8.3. Protocolos de tarefa mental com carga cognitiva..... | 68 |
| 8.4. Fadiga mental e o desempenho físico e técnico | 70 |
| 8.5. Ferramentas para detecção da fadiga mental | 75 |
| 8.6. Medidas fisiológicas | 77 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 81 |
| 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 85 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Organograma da revisão de literatura | 23 |
|---|----|

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Possíveis mecanismos fisiológicos da fadiga central | 32 |
| Tabela 2 - Variáveis que podem ser usadas para monitorar a carga interna | 41 |
| Tabela 3 – Artigos selecionados para o trabalho | 45 |
| Tabela 4 - Características das amostras | 46 |
| Tabela 5 – Medidas fisiológicas e ferramentas utilizadas para avaliação da carga interna | 47 |
| Tabela 6 - Características das tarefas realizadas e principais resultados | 48 |

RESUMO

A presente revisão de literatura, sendo a primeira sobre o tema em questão, teve como objetivo verificar a influência da fadiga mental no desempenho físico e técnico dos jogadores de futebol em treinamentos e jogos, determinando o que existe de maior consenso entre os estudos publicados durante os últimos onze anos (2007-2017). Para tal, a metodologia utilizada se baseou em diferentes combinações de palavras-chave, que foram pesquisadas em três bases de dados eletrônicas (Scopus, PubMed e EBSCO + SPORTDiscus), sendo selecionado para o presente trabalho 4 artigos que cumpriram com todos os critérios de inclusão e exclusão propostos.

Os resultados demonstraram que a fadiga mental relacionada ao futebol provoca a piora do rendimento durante a corrida intermitente tanto em baixa quanto em alta intensidade, favorece o aumento do número de erros técnicos, provoca a diminuição na velocidade e precisão do chute e prejudica na precisão de resposta dos indivíduos. Os resultados demonstraram também que a principal ferramenta para detecção da fadiga mental, entre os estudos selecionados, é a escala de VAS ("Visual Analog Scale").

Percebe-se através da presente revisão de literatura, que a influência da fadiga mental sob o desempenho físico e técnico dos jogadores de futebol em treinamentos e jogos é uma constatação.

Para futuros estudos, sugere-se a realização de protocolos semelhantes a carga de uma partida de futebol dando prioridade a estudos realizados no terreno de jogo. Também recomenda-se, a realização de estudos que avaliem a influência da fadiga mental sob aspectos físicos e técnicos abordados de maneira conjunta e a realização de estudos da influência da fadiga mental sob o desempenho físico e técnico dos jogadores durante partidas oficiais de futebol.

Palavras-chave: Fadiga mental, futebol, desempenho técnico, desempenho físico.

ABSTRACT

The present literature review, the first one on the subject in question, aimed to verify the influence of mental fatigue on the physical and technical performance of soccer players in training and matches, determining what there is of greater consensus among studies published during the last eleven years (2007-2017). To do this, the methodology used was based on different combinations of keywords, which were searched in three electronic databases (Scopus, PubMed and EBSCO + SPORTDiscus), being selected for the present work 4 articles that met all the criteria of inclusion and exclusion.

The results showed that soccer-related mental fatigue causes worsening of performance during intermittent running at both low and high intensity, favors increasing technical errors, decreases kick speed and accuracy, and impairs the accuracy of response of individuals. The results also showed that the main tool for detecting mental fatigue among the selected studies is the VAS (Visual Analog Scale).

It is perceived through the literature review, that the influence of mental fatigue on the physical and technical performance of soccer players in training and matches is a confirmation.

For future studies, it is suggested the achievement of protocols similar to the load of a soccer match that gives priority to the studies conducted in the soccer field. The performance of studies that evaluate the influence of mental fatigue on the physical and technical aspects addressed together and conducting studies of the influence of the mental fatigue under the physical and technical performance of players during official football matches.

Keywords: Mental fatigue, soccer, technical performance, physical performance.

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------------|---|
| Km | Quilômetros |
| Km/h | Quilômetros por hora |
| SNC | Sistema nervoso central |
| RPE | “Reported perceived effort” |
| E.B.A. | Liga espanhola de basquetebol amador |
| STAI-S | “State-trait anxiety inventory-S” |
| NASA TLX | “National aeronautics and space administration task load index” |
| MVC | Contração voluntária máxima |
| NFOR | “Overreaching” não funcional |
| OTS | Síndrome do “overtraining” |
| REST-Q | “Recovery stress questionnaire” |
| VAS | “Visual analog scale” |
| AX-CPT | “Test AX-version” |
| ms | Milissegundo |
| CMJ | Salto de contra movimento |
| 3MT | “3-minute all-out cycling test” |
| mm | Milímetros |
| POMS | Perfil dos estados de humor |
| POMS-A | Perfil dos estados de humor para adolescentes |
| BRUMS | Escala de humor de Brunel |
| CR10 | “Category-ratio 10” |
| GPS | “Global positioning system” |
| Hz | Hertz |
| H | Homem |
| VO ₂ máx | Consumo máximo de oxigênio |
| mL / ml | Mililitros |

| | |
|-------|-------------------------------------|
| Kg | Quilogramas |
| min | Minuto |
| cm | Centímetro |
| LSPT | “Loughborough Soccer Passing Test” |
| LSST | “Loughborough Soccer Shooting Test” |
| TCCM | Tarefa cognitiva com carga mental |
| FC | Frequência cardíaca |
| CR100 | “Borg centiMax scale” |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|---|----------------|
| > | Maior |
| < | Menor |
| ↑ | Aumento |
| ↓ | Diminuição |
| ↔ | Sem diferenças |

1. INTRODUÇÃO

Nos esportes onde existe a necessidade de manter um desempenho por um período prolongado de tempo, a fadiga é representada pela incapacidade de manter esse desempenho solicitado (Knicker et al., 2011; Reilly et al., 2008), mesmo que a tarefa possa ser continuada (Bishop, 2012). Tradicionalmente, essa tem sido a principal definição de fadiga, pois muitos estudos entendem as causas da fadiga, induzida pelo exercício, como sendo um processo de procedência neuromuscular e metabólico (Bangsbo et al., 2007; Bishop, 2012; Kennedy et al., 2013; Nédélec et al., 2012; Rampinini et al., 2011; Thomas et al., 2017). Porém para Coutts (2016) a fadiga é um estado complexo de origem multifatorial, onde o estresse psicológico combinado com o estresse físico, pode resultar na fadiga, afetando o desempenho do jogador de futebol. Para o mesmo autor, há “relativamente pouca atenção científica examinando o impacto da fadiga mental no desempenho”, fazendo com que até recentemente pouco se soubesse sobre a fadiga mental relacionado ao futebol.

A fadiga mental é um estado psicobiológico que afeta as pessoas durante e após tarefas com uma exigência cognitiva alta e duradoura, o que pode ser facilmente identificável em grande parte das atividades cotidianas, provocando assim, uma diminuição tanto de rendimento quanto no estado de alerta dos indivíduos (Badin et al., 2016; Boksem & Tops, 2008; Brownsberger et al., 2013; Lorist et al., 2005; Marcora et al., 2009; Martin et al., 2015; Pageaux & Lepers, 2016; Pageaux et al., 2013; Paul et al., 2015; Silva-Junior et al., 2016; Smith, Coutts, et al., 2016; Smith et al., 2015; Smith, Zeuwts, et al., 2016; Tanaka et al., 2014; Van Cutsem et al., 2017; Yang et al., 2013).

O desempenho de um jogador em uma partida de futebol, depende de uma série de fatores, nos quais incluem-se, fatores técnicos, táticos, mentais, físicos e fisiológicos (Russell & Kingsley, 2011; Stølen et al., 2005). Com isso, a modalidade do futebol pode ser mentalmente fatigante, visto que há uma diminuição no desempenho físico e técnico durante um jogo, resultantes de uma combinação entre fadiga física e mental (Smith, Coutts, et al., 2016; Smith, Zeuwts, et al., 2016), pois o futebol é um esporte coletivo de alta intensidade, com predomínio de esforços intermitentes, onde uma partida tem uma duração em torno de 90 minutos (Goodall et al., 2017; Rampinini et al., 2011; Reilly et al.,

2008), o que confirma ser uma atividade com uma exigência cognitiva alta e duradoura.

Baseando-se nas afirmações acima, pensou-se em utilizar a fadiga mental e o futebol como elementos centrais deste estudo, por se tratar de uma relação ainda pouco estudada e que vem ganhando mais visibilidade no meio acadêmico nos últimos anos, visto que ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas nesse campo.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é realizar uma revisão de literatura relacionando a fadiga mental ao futebol, a fim de verificar a influência da fadiga mental no desempenho do jogador em treinamentos e jogos. Através de uma série de combinações de termos referentes a fadiga mental e o futebol, se buscou selecionar o maior número de estudos publicados relacionados a esse assunto nos últimos onze anos (2007-2017), obedecendo uma série de critérios estabelecidos para exclusão e inclusão no estudo, sendo utilizadas como fonte de pesquisa três bases de dados eletrônicas (Scopus, PubMed e EBSCO + SPORTDiscus).

Nesta presente dissertação, buscou-se apontar o que há de maior consenso na literatura com relação ao tema proposto, além de determinar as principais consequências causadas pela fadiga mental sob o rendimento físico e técnico de um jogador de futebol, bem como apontar as principais ferramentas para a sua detecção. Verificando assim, o caminho a ser tomado no futuro para a realização de novas pesquisas nessa área. Sendo esta a primeira revisão de literatura relacionando a fadiga mental ao desempenho físico e técnico dos jogadores de futebol em treinamentos e jogos.

1.1. Estrutura do trabalho

Para facilitar o entendimento do leitor, o presente trabalho será dividido em dez capítulos.

O capítulo 1 faz referência a introdução, onde se faz uma sucinta abordagem a respeito da pertinência do tema proposto, apresentando e

enquadrando o mesmo, citando o objetivo principal do trabalho e definindo a estrutura em que a dissertação será apresentada.

O capítulo 2 traz uma abordagem a respeito do problema que origina o presente trabalho, mostrando alguns pontos em relação ao tema proposto e apresentando a questão/problema da dissertação.

O capítulo 3 é composto pela descrição dos objetivos do presente estudo, apresentando com destaque o objetivo principal e os objetivos secundários.

O capítulo 4 faz menção a justificativa do autor, para a elaboração dessa dissertação.

O capítulo 5 apresenta a metodologia empregada neste estudo, mostrando todas as combinações de palavras utilizadas na sua pesquisa, as bases de dados eletrônicas usadas e todos os critérios utilizados para a inclusão e exclusão dos artigos encontrados.

O capítulo 6 chamado de “capítulos introdutórios”, esta composto por cinco subcapítulos que servem para facilitar o entendimento do leitor para alguns assuntos relacionados ao tema proposto.

O capítulo 7 apresenta os resultados dos estudos selecionados na revisão de literatura.

O capítulo 8 promove a discussão dos resultados apresentados no capítulo anterior, a fim de verificar, entre outras coisas, o que existe de maior consenso na literatura a respeito do tema proposto.

O capítulo 9 exhibe as considerações finais do trabalho, apresentando as suas principais conclusões, sua limitação e elencando sugestões para futuros estudos.

O capítulo 10 mostra as referências bibliográficas utilizadas na elaboração da presente dissertação.

2. PROBLEMA

Ao longo dos últimos anos, o futebol avançou muito em pesquisas a respeito de questões fisiológicas, técnicas e táticas. Dentro da fisiologia, avançou-se muito em questões relacionadas à recuperação dos atletas pós-esforço e na monitorização de indicadores de fadiga (ex.: lactato, cortisol, creatina, etc.). Porém, a questão relacionada ao aspecto mental do jogador é uma área de pesquisa que está em um processo evolutivo mais retrasado em comparação as áreas citadas anteriormente e, principalmente, em relação a área da fisiologia ligada a fadiga dos jogadores, tendo em vista a grande gama de estudos já realizados nessa última área. Apesar disso, atualmente, o aspecto mental do jogador está em maior evidência, pois além de apresentar uma destacada janela evolutiva para exploração no campo científico, também passou a ser mais valorizada a partir do momento em que se observou a necessidade de um entendimento mais complexo do jogo por parte dos atletas, devido a maior competitividade que o futebol adquiriu ao longo dos anos.

Com isso, dentro da área do aspecto mental do jogador, existe uma ramificação de estudo referente à fadiga mental, onde se está buscando um maior entendimento das suas possíveis consequências, sobre o desempenho do jogador de futebol.

Sendo assim, o presente estudo tentará ajudar nesse processo evolutivo em relação às pesquisas dirigidas ao aspecto mental do jogador e a fadiga, fazendo uma revisão de literatura do tema, buscando responder à questão / problema que dá origem ao presente trabalho e que surge da inquietude do autor que vos escreve, tendo em vista a necessidade do mesmo em expandir os seus conhecimentos nessa área e a tentativa de abrir uma questão para discussão e realização de novos estudos no futuro. Eis a questão/problema:

Até que ponto a fadiga mental do jogador de futebol influencia no seu desempenho físico e técnico em treinamentos e jogos?

3. OBJETIVOS

3.1. Principal

O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura baseada em estudos publicados nos últimos onze anos (2007 a 2017), ressaltando a influência da fadiga mental no desempenho físico e técnico dos jogadores de futebol em treinamentos e jogos, para posterior comparação dos resultados encontrados, indicando o que existe de maior consenso sobre tal tema no meio acadêmico.

3.2. Secundários

Através da revisão de literatura:

- Destacar as principais consequências causadas pela fadiga mental sob o rendimento de um jogador de futebol;
- Procurar definir as principais ferramentas para detecção dessa fadiga mental;
- Comparar os resultados dos estudos e indicar o que existe de maior consenso sobre o tema no meio acadêmico.

4. JUSTIFICATIVA

Depois de onze anos de prática, que este que vos escreve caro leitor, leva trabalhando como preparador físico da modalidade de futebol e tendo a oportunidade de trabalhar em clubes de diferentes países (Brasil, Espanha, México e Portugal), surge, através desse estudo, a possibilidade de responder a uma inquietude que nasceu ao longo desses anos.

Desde o início desses onze anos de trabalho (ano de 2007), me atentei muito para os aspectos fisiológicos dos jogadores de futebol, questão está naquele então, primordial para qualquer estudante de educação física no meu país de origem (Brasil) que ambicionasse ser um preparador físico. Porém com o passar dos anos tive a oportunidade de conviver e trabalhar com profissionais de futebol de diferentes nacionalidades, estando inserido em suas culturas e, assim, ampliando os horizontes no modo de ver a preparação física e a própria modalidade. Foi então que percebi a necessidade do jogador em ampliar o seu entendimento e, conseqüentemente, o seu pensamento em relação ao jogo, deixando para trás a ideia de apenas reproduzir algo mecânico pré-estabelecido.

Com isso, compreendi que o jogador de futebol não pode ser visto, principalmente pelo preparador físico, como um amontoado de músculos com o único objetivo de estar apto fisicamente para as partidas. É necessário que lhe seja inculcido estímulos que o façam pensar e que o auxilie para a melhora nas suas tomadas de decisões, porém isso ocasionará que os treinamentos e jogos tenham uma sobrecarga mental muito maior para os atletas. Mas essa sobrecarga mental, devido a essa mudança de visão para com o entendimento do jogo por parte dos atletas, não lhes trairia algum tipo de dificuldade, ao menos no início, quando ainda não estão adaptados a essa nova metodologia de trabalho? Justamente nesse ponto floresce, para esse que vos escreve, a inquietude que dá origem a esse estudo, pois tendo em vista a necessidade de uma mudança comportamental dos jogadores no que diz respeito ao entendimento do jogo de futebol, além da pressão já existente de todo o seu entorno (expectativa dos diretivos, torcida, família, etc.), até que ponto a fadiga mental do jogador influencia no seu desempenho físico e técnico em treinamentos e jogos?

5. METODOLOGIA

5.1. Fontes de Pesquisa

Para a realização da revisão de literatura que foi proposta nesse trabalho, foram utilizadas como fontes para consulta três bases de dados eletrônicas, Scopus, PubMed e EBSCO + SPORTDiscus. Os termos utilizados nessas bases de dados para pesquisa foram: “soccer” and “mental fatigue”, “football” and “mental fatigue”, “soccer match” and “mental fatigue”, “football match” and “mental fatigue”, “soccer training” and “mental fatigue”, “football training” and “mental fatigue”, “soccer” and “mental task”, “football” and “mental task”, “soccer match” and “mental task”, “football match” and “mental task”, “soccer training” and “mental task”, “football training” and “mental task”, “soccer” and “mental exertion”, “football” and “mental exertion”, “soccer match” and “mental exertion”, “football match” and “mental exertion”, “soccer training” and “mental exertion”, “football training” and “mental exertion”, “soccer” and “cognitive fatigue”, “football” and “cognitive fatigue”, “soccer match” and “cognitive fatigue”, “football match” and “cognitive fatigue”, “soccer training” and “cognitive fatigue”, “football training” and “cognitive fatigue”, “soccer” and “cognitive load”, “football” and “cognitive load”, “soccer match” and “cognitive load”, “football match” and “cognitive load”, “soccer training” and “cognitive load”, “football training” and “cognitive load”, “soccer” and “central fatigue”, “football” and “central fatigue”, “soccer match” and “central fatigue”, “football match” and “central fatigue”, “soccer training” and “central fatigue”, “football training” and “central fatigue”, “soccer” and “mental effort”, “football” and “mental effort”, “soccer match” and “mental effort”, “football match” and “mental effort”, “soccer training” and “mental effort”, “football training” and “mental effort”, “soccer” and “mental stress”, “football” and “mental stress”, “soccer match” and “mental stress”, “football match” and “mental stress”, “soccer training” and “mental stress”, “football training” and “mental stress”, “soccer” and “fatigue” and “cognitive function”, “football” and “fatigue” and “cognitive function”, “soccer match” and “fatigue” and “cognitive function”, “football match” and “fatigue” and “cognitive function”, “soccer training” and “fatigue” and “cognitive function”, “football training” and “fatigue” and “cognitive function”, “mental fatigue” and “soccer performance”, “mental fatigue” and “football performance”.

Foi estabelecido que os termos referidos anteriormente deveriam aparecer no título e/ou resumo e/ou palavra-chave e deveriam ter sido publicados entre o período de 2007 a 2017. Com isso somadas as três bases de dados eletrônicas e sem excluir nenhum artigo, foram encontrados 1973 estudos, que foram filtrados segundo os critérios de seleção a seguir.

5.2. Critérios de seleção

Uma vez retirados os artigos duplicados, os estudos encontrados, foram submetidos a critérios de exclusão e inclusão.

Os critérios de inclusão foram:

- Que seja um artigo científico;
- Possuir artigo disponível;
- Possuir algum tipo de exercício com demanda técnica e/ou física relacionada ao futebol na sua metodologia, além da tarefa cognitiva;
- Os sujeitos selecionados podem ser homens ou mulheres, desde que sejam praticantes de futebol.

Os critérios de exclusão foram:

- Estudos com árbitros e outros indivíduos não relacionados aos jogadores de futebol;
- Estudos que não estimulassem a fadiga mental, através de uma tarefa cognitiva, realizada previamente ou durante o exercício técnico e/ou físico;
- Estudos que possuísem algum tipo de exercício técnico e/ou físico que não fosse relacionado ao futebol;
- Estudos de revisão de literatura.

Seguindo os critérios de exclusão e inclusão, foram admitidos 4 artigos para análise (conforme Figura 1).

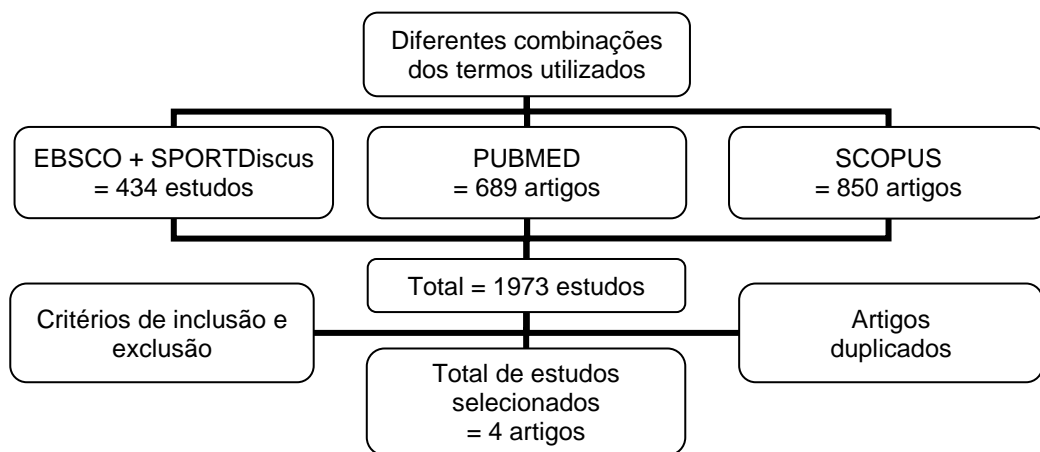


Figura.1 Organograma da revisão de literatura

6. CAPÍTULOS INTRODUTÓRIOS

Neste capítulo serão desenvolvidos diferentes tópicos ao longo de alguns subcapítulos, a fim de facilitar o entendimento do leitor sobre o tema proposto nesse trabalho.

6.1. Exigência no futebol: Caracterização do esforço

De acordo com Goodall et al. (2017) o futebol é um esporte coletivo, de alta intensidade e corridas intermitentes com duração de 90 minutos, podendo em alguns torneios, onde existam jogos eliminatórios (Copa do Mundo, Liga dos Campeões da UEFA, etc.) ter um período adicional de 30 minutos para definir um vencedor, quando a partida estiver empatada ao final dos 90 minutos.

A afirmação anterior, reforça a ideia do futebol ser, primeiramente, um esporte de natureza aeróbia (Russell & Kingsley, 2011; Stølen et al., 2005), onde a distância total percorrida pode oscilar entre 10 km (Bradley et al., 2009) e 12 km para jogadores de campo e em torno de 4 km para goleiros (Stølen et al., 2005). Vale ressaltar, que esses valores para a distância total percorrida por um jogador de futebol não são fixos, visto que para Reilly T. (2003, citado por Di Salvo et al., 2009) os jogadores de futebol percorrem de 8-13 km durante uma partida.

Para Bangsbo J. (1994, citado por Orendurff et al., 2010) o futebol possui uma grande variedade de intensidades de movimentos, podendo serem de baixa intensidade (estar parado, andar, trotar) e de alta intensidade (acelerações, e corridas). Essa afirmação reforça a ideia de que mesmo que a duração de uma partida de futebol seja longa, bem como a distância total percorrida por um jogador (o que caracteriza um esforço de natureza aeróbio), os seus movimentos determinantes para o sucesso em uma partida de futebol são de alta intensidade e intermitentes (Bradley et al., 2009; Mohr et al., 2003). Essa ideia é reforçada por Stølen et al. (2005) quando afirma que “apesar do metabolismo aeróbio dominar a entrega de energia durante uma partida de futebol, as ações mais decisivas são cobertas por meio do metabolismo anaeróbio”.

Alguns exemplos de ações decisivas de uma partida de futebol são citadas por Rampinini et al. (2011) quando relatam que além de correr os

jogadores realizam outras várias ações de jogo (cabecear, driblar, desarmes e mudanças de direção) o que requer um alto nível de produção de força. Essas afirmações são reforçadas por Paul et al. (2015) ao afirmar que os jogadores frequentemente executam desarmes, saltos e mudanças de direções juntamente com habilidades técnicas.

Os exemplos de ações decisivas de uma partida de futebol citados anteriormente, confirmam que em momentos decisivos, como o final de uma partida ou ações tanto para marcar gols como para defende-los, são caracterizados por esforços de alta intensidade como declaram Di Salvo et al. (2009), Stølen et al. (2005) e Ade et al. (2016).

Estudos realizados por Mohr et al. (2003) demonstram que é de 5-10% menor a distância percorrida por um jogador, na comparação entre o segundo e o primeiro tempo de jogo. Também evidenciaram que as acelerações constituem de 1-11% da distância total percorrida em uma partida e que um jogador executa entre 1000 a 1400 ações curtas, mudando a cada 4-6 segundos. Sendo essas ações: acelerações, corridas de alta intensidade, cabeceios, desarmes e ações de envolvimento com bola. Isso confirma o que foi dito anteriormente por Stølen et al. (2005) quando declara que as ações decisivas em uma partida de futebol são cobertas pelo metabolismo anaeróbio.

No estudo proposto por Torreño et al. (2016) com jogadores profissionais de futebol que ocupam diferentes posições no campo (zagueiro, lateral, meio-campo, atacante, segundo atacante e extremo), se buscou, entre outras coisas, analisar o perfil de corrida e a distância percorrida nos sucessivos 15 minutos de jogo de cada um desses jogadores. Foi possível verificar que a posição onde cada jogador atua, influencia diretamente na distância total percorrida durante a partida, sendo os zagueiros os que percorrem a menor distância total e os segundo atacantes e extremos os que percorrem a maior distância total dentro de um jogo. O estudo também mostrou que todas as posições apresentaram um acentuado decréscimo na distância total percorrida com velocidade acima de 13 km/h na comparação do primeiro para o segundo tempo do jogo e que a distância total percorrida com velocidade acima de 18 km/h foi consideravelmente

reduzida durante o segundo tempo apenas na posição dos laterais, meios-campos e atacantes.

Quanto a distância percorrida nos sucessivos 15 minutos de jogo, foi possível verificar que todas as posições tiveram uma maior distância percorrida nos 15 primeiros minutos do jogo comparado com os outros períodos do mesmo, e com uma menor distância percorrida nos últimos 15 minutos da partida (75 a 90 minutos) comparado com períodos de 0 a 60 minutos para os zagueiros, laterais, meios-campos e atacantes, e com os períodos de 0 a 75 minutos para os extremos e segundo atacantes.

Através de tudo o que foi dito anteriormente neste subcapítulo, é possível perceber o quão exigente fisicamente e cognitivamente é o futebol, motivos pelos quais, justificam a realização deste trabalho relacionando-o com esse desporto.

Portanto, por meio do estudo abordado anteriormente, podemos observar que o rendimento físico do atleta diminui entre o início e o término de uma partida de futebol, devido a fadiga que acomete os jogadores, que será discutida no próximo subcapítulo deste trabalho.

6.2. A fadiga no futebol relacionada ao aspecto mental

A fadiga é uma condição complexa originária de uma combinação multifatorial (Cárdenas et al., 2017; Coutts, 2016). Essa combinação multifatorial no futebol se deve para Coutts (2016) ao fato de, no alto nível, essa modalidade ser muito exigente e o jogador estar exposto a uma elevada pressão a cada partida para que realize o seu melhor. Além disso, o calendário apertado com jogos há cada 3 dias e as elevadas expectativas do seu entorno (família, diretivos do clube, torcida, etc.), fazem com que o atleta tenha um estresse físico e psicológico muito elevado, sendo que a combinação de ambos, poderá resultar em fadiga, afetando o seu desempenho.

Portanto, com base no que foi dito pelo autor, podemos afirmar que a fadiga pode ser, neste caso, física e/ou mental. Para a proposta do presente trabalho, vamos abordar o tema da fadiga relacionado a questão mental.

Para facilitar o entendimento do leitor, entende-se como necessário definir os conceitos de carga mental, esforço mental e fadiga mental.

Os autores DiDomenico & Nussbaum (2008) entendem por carga mental “o custo para um indivíduo de recursos mentais, dadas suas capacidades, enquanto consegue um nível de rendimento determinado em uma tarefa com demandas específicas”.

Segundo Cárdenas et al. (2015) a carga mental se pode controlar, manipulando a complexidade da tarefa, mas essa manipulação não resultará em uma incremento da carga real, se o indivíduo decide não empregar o esforço necessário para resolver a tarefa. Por isso, o mesmo autor define o esforço mental como sendo a alocação de recursos volitivos para dar resposta as demandas impostas por uma tarefa. Em concordância estão Rozand et al. (2014), quando afirmam que o esforço mental é definido como “o nível de envolvimento com uma tarefa cognitiva exigente”.

A fadiga mental refere-se ao sentimento que as pessoas podem experimentar após ou durante períodos prolongados de atividade cognitiva (Badin et al., 2016; Boksem & Tops, 2008; Brownsberger et al., 2013; Lorist et al., 2005; Marcora et al., 2009; Martin et al., 2015; Pageaux & Lepers, 2016; Pageaux et al., 2013; Paul et al., 2015; Silva-Junior et al., 2016; Smith, Coutts, et al., 2016; Smith et al., 2015; Smith, Zeuwts, et al., 2016; Tanaka et al., 2014; Van Cutsem et al., 2017; Yang et al., 2013).

Portanto, para haver uma fadiga mental é necessário que exista uma carga mental, que, conseqüentemente, resultará em um esforço mental, sendo que a fadiga mental será maior, quanto maior for o esforço mental empregado para resolver a tarefa.

Para Knicker et al. (2011) entre as principais características da fadiga mental estão a atenção reduzida (concentração), memória de trabalho, vigor, tomada de decisão e sentimento de cansaço mental. Marqués-Jiménez et al. (2017) ainda incluem nessas características da fadiga mental o tempo de reação, a precisão de resposta e a velocidade para tal.

De acordo com as características citadas pelos autores, pode-se afirmar, que todas essas características estão presentes em partidas de futebol e na

maioria dos seus treinamentos, pois como garante Coutts (2016) os jogadores de futebol permanecem atentos por longos períodos antes e durante as partidas, aderindo a estratégias táticas, ajustando-se constantemente a mudanças na equipe rival e na sua própria equipe, sendo obrigados a realizar tomadas de decisões rápidas e precisas, constantemente recuperando e processando informações em um ambiente dinâmico.

A fadiga se dá pela combinação de fatores centrais e periféricos (Marqués-Jiménez et al., 2017; Mehta & Parasuraman, 2014; Nédélec et al., 2012; Rampinini et al., 2011), onde para Ament & Verkerke (2009) a fadiga periférica ocorre fora do sistema nervoso central (SNC), enquanto a fadiga central ocorre em algum lugar dentro do SNC.

Visto que os esportes em equipe, como o futebol, colocam mais estresse no cérebro do que qualquer outra atividade com exceção do combate militar (Walsh, 2014) e que a fadiga central ocorre dentro do SNC, como foi dito anteriormente, nota-se a existência de uma relação direta entre o SNC, a fadiga central e a fadiga mental. Sendo assim, no próximo capítulo será aprofundado a questão relacionada a fadiga central.

6.3. A fadiga central

Segundo Marqués-Jiménez et al. (2017) os fatores centrais (que combinados com os fatores periféricos levam o indivíduo à fadiga) são aqueles que se preocupam com os caminhos motores descendentes do cérebro e da medula espinhal, que por sua vez, regulam a atividade das células musculares e a produção de energia.

Para Thomas et al. (2017) as alterações induzidas pela fadiga, refletem uma redução na capacidade do SNC para ativar o músculo esquelético, resultando em fadiga central.

Cárdenas et al. (2017) afirmam que a fadiga central aparece quando se altera algum ou vários dos processos de elaboração da ordem motora a nível cortical, até a chegada do estímulo ao sarcolema.

De acordo com essas afirmações, entende-se que quando há fadiga central, os caminhos motores têm a sua comunicação dificultada, tendo como consequência uma execução motora atrapalhada e um consequente decréscimo no rendimento técnico do jogador de futebol.

Cárdenas et al. (2017) mostram em seu estudo, um resumo dos possíveis mecanismos fisiológicos da fadiga central (Tabela 1).

Tabela 1. Possíveis mecanismos fisiológicos da fadiga central

| Fadiga Central |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• A condução do potencial de ação do axônio pode se bloquear na ramificação axial, o que leva a uma perda da ativação da fibra muscular;• A unidade motora neuronal poderia estar influenciada pelos reflexos aferentes musculares;• A estimulação dos nervos tipo III e IV, induz uma diminuição da taxa de excitação do neurônio motor e uma inibição do córtex motor de saída;• A excitabilidade das células no córtex motor cerebral, pode mudar durante o curso da tarefa motora mantida;• Os efeitos sinápticos dos neurônios serotoninérgicos poderiam chegar a ser maiores, provocando um aumento na sensação de cansaço e fadiga;• O exercício induz a liberação de citocinas. |

Fonte: Adaptado de Cárdenas et al. (2017).

Em um estudo proposto por Noakes et al. (2004) se propõe um modelo em que o desempenho do exercício seja regulado pelo SNC especificamente para garantir que não ocorra a falha fisiológica catastrófica durante o exercício. Esse modelo conhecido como modelo explicativo do governador central é definido por Cárdenas et al. (2017) como sendo um governador situado em algum lugar do SNC controlando o rendimento do exercício, onde as alterações na intensidade do exercício são controladas por um sistema de retroalimentação contínuo. Sendo que os sinais eferentes que contem informação sobre a força, o deslocamento, o tempo e o metabolismo muscular são retroalimentadas a um controlador através de vias aferentes somatossensoriais.

Porém Marcora (2008) contesta esse modelo propondo um modelo psicobiológico alternativo baseado sob a teoria da intensidade motivacional. A

contestação ocorre a partir da discordância de que os seus defensores contemplem um nível subconsciente de controle por parte do cérebro e ao mesmo tempo concedam pouca importância a percepção de esforço (“reported perceived effort” [RPE]) na regulação do exercício (Cárdenas et al., 2017).

De acordo com os modelos expostos, o posicionamento adotado por este que vos escreve, será favorável ao primeiro modelo proposto por Noakes et al. (2004) do governador central, pois há o entendimento, assim como afirma Cárdenas et al. (2017), de que “a fadiga é central, mas não única, e somente em parte inconsciente. A integração deve ser automática, mas a sua aparição deve estar também disponível para o controle individual do participante e poder, de esta forma, tomar decisões como realizar um esforço excessivo”.

6.4. A fadiga mental relacionada a outros desportos

Antes de apresentar estudos relacionando a fadiga mental a outros desportos, é válido ressaltar que foram selecionados apenas estudos que induzissem a fadiga mental através de uma tarefa cognitiva, antes ou durante a realização de uma tarefa específica (técnica e/ou física) do desporto em questão. Sendo excluídos, aqueles estudos que medissem a resposta cognitiva dos desportistas durante a realização de uma atividade específica da sua modalidade, sem que essa resposta houvesse sido provocada previamente ou durante a realização de um exercício técnico e/ou físico.

Em um estudo proposto por Alarcón et al. (2017) onde se buscou analisar os efeitos da fadiga mental sobre a eficácia no lance livre em jogadores amadores de basquete, foram selecionados 18 jogadores semiprofissionais que jogavam na liga espanhola de basquetebol amador (E.B.A.), com uma média de idade 21.35 ± 2.48 anos e uma média de 10.2 anos jogando o basquete, sendo que treinavam e competiam regularmente. Os participantes foram divididos em dois grupos (experimental e controle), onde todos realizaram as provas dois dias depois de terem competido e uma hora antes de realizar o seu treino diário.

Para avaliar a ansiedade foi aplicada a versão espanhola do questionário “State-Trait Anxiety Inventory-S” (STAI-S). No dia do experimento, se provocou

a fadiga mental aos participantes mediante a “N-back task”. Nesta tarefa, se apresentou aos participantes uma série de dígitos sucessivamente, em um ritmo de um dígito cada 2500 milissegundos (com uma duração de 2000 milissegundos). Os dígitos que apareciam, em uma tela de computador, eram números de um a três, selecionados aleatoriamente em cada teste, onde o participante devia apertar uma tecla para indicar se o número que lhe era apresentado coincidia com o número aparecido N posições anteriores, onde N é igual a um número entre um e três. Se o participante apertasse quando não coincidia, ou não apertava quando coincidia, recebia um “feedback” auditivo e visual negativo; no caso contrário recebia um “feedback” positivo.

Para este estudo se utilizou uma tarefa “2-back”, para provocar uma carga considerada média-alta. O grupo experimental realizou a versão “2-back”, enquanto que os participantes do grupo controle realizaram uma versão “Oddball”, em que o jogador somente devia apertar o botão quando aparecesse na tela o número que lhe havia sido indicado ao iniciar o teste. Para comprovar que se havia manipulado a carga mental se utilizou a percepção subjetiva dos participantes.

Imediatamente depois da prova, os participantes completaram o questionário “National Aeronautics and Space Administration Task Load index” (NASA TLX), que já há demonstrado ser sensível a carga mental em uma variedade de tarefas cognitivamente exigentes. A continuação, os participantes foram instruídos a realizarem 30 lances livres em séries de três testes. Depois de cada série tinham que ir caminhando até a linha do meio da quadra e voltar na linha dos lances livres para iniciar outra série. Para a análise se calculou a porcentagem de acerto dos lances livres de cada participante.

Se encontraram diferenças estatisticamente significativas nas médias entre o grupo controle e experimental para o questionário NASA TLX, o que indicou que a manipulação da fadiga mental teve êxito. Por outro lado, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das subescalas do STAIS-S. Depois de comprovar a sua normalidade, a prova t revelou que os participantes do grupo de fadiga mental tiveram um pior

rendimento no lance livre, em comparação com o grupo que recebeu a tarefa “Oddball”.

A conclusão do estudo anterior é reforçado no estudo de Pageaux & Lepers (2016), onde apresentam uma revisão de literatura, sendo que o objetivo é apresentar o impacto da fadiga induzida pelo esforço físico ou mental no desempenho de resistência subsequente. Para a proposta da revisão, o desempenho de resistência faz referência ao exercício de resistência envolvendo todo o corpo ou uma articulação, solicitando principalmente o sistema aeróbio.

Quanto a fadiga induzida pelo esforço mental prejudicando o desempenho de resistência com exercícios envolvendo todo o corpo, foram apresentados diferentes estudos com diferentes desportistas (ciclistas, corredores, jogadores de futebol, de futebol australiano, de rúgbi e de hóquei em campo), onde todos apresentaram concordância quanto ao impacto negativo do esforço mental anterior sobre o desempenho de resistência. Vale ressaltar que um dos estudos (Martin et al., 2016) afirma que os atletas de alto nível apresentam maior resistência à fadiga induzida por esforço mental prévio quando comparado com atletas que não sejam de alto nível.

Quanto a fadiga induzida pelo esforço mental prejudicando o desempenho de resistência com exercícios envolvendo apenas uma articulação, foi selecionado para o estudo apenas um artigo, onde demonstrou que mesmo que o esforço mental prévio não reduza a capacidade de produção de força dos extensores do joelho, a fadiga induzida pelo esforço mental ainda causa uma diminuição no desempenho de resistência durante uma contração isométrica contínua dos extensores de joelho a 20% de contração voluntária máxima (MVC) até a exaustão.

Ao integrar os resultados experimentais de diferentes modos de exercício, publicados em diferentes grupos de pesquisa, esta revisão citada anteriormente, fornece evidências de que a fadiga induzida por esforço físico ou mental anterior prejudica o desempenho de resistência subsequente. Porém, como foi dito na mesma revisão, onde foi apresentado um estudo envolvendo apenas uma

articulação, a fadiga induzida pelo esforço mental prévio não reduz a capacidade de produção de força dos extensores do joelho.

Essa última afirmação, de que a fadiga induzida pelo esforço mental prévio não reduz a capacidade de produção de força, é reforçada no estudo de Martin et al. (2015) que teve por objetivo investigar o impacto do esforço mental prolongado resultante em fadiga mental no exercício anaeróbico máximo subsequente. Para isso, 12 participantes (7 homens e 5 mulheres) com idade média de 23 ± 3 anos, sendo todos envolvidos com treinamento de alta intensidade pelo menos 3 vezes por semana, incluindo treinamento e competição para esportes coletivos de campo ou treinamento intervalado de alta intensidade incluído em programas de treinamento de triatlo, foram divididos aleatoriamente em grupo experimental e grupo controle.

O grupo experimental foi submetido a 90 minutos de uma versão modificada do teste de desempenho contínuo com base em computador “Test AX-version” (AX-CPT). Nesta versão da tarefa, as letras são apresentadas visualmente uma a cada vez de forma contínua na tela do computador. Os participantes foram instruídos a responder com um clique no botão direito do “mouse” sempre que o estímulo incluía um X que fosse precedido por um A. O botão esquerdo do “mouse” foi pressionado para todos os outros estímulos, incluindo um X que não foi precedido por um A e qualquer outra letra. As sequências de letras foram apresentadas na ordem pseudoaleatória, de modo que 20% dos estímulos eram alvos (A-X). As letras restantes do alfabeto serviram como distraidores. Todas as letras foram apresentadas centralmente em tinta preta, em um fundo branco por duração de 200 ms cada. O intervalo entre julgamentos variou entre os ensaios e foi de 1,5, 2 ou 2,5 s (incluindo a duração do estímulo). O intervalo entre julgamentos foi randomizado em toda a tarefa.

O grupo controle foi submetido a olhar os documentários “Trens de Classe Mundial – The Venice Simplon Orient Express” e “A História da Ferrari – A História Definitiva”, durante 90 minutos no mesmo computador usado para o grupo experimental.

Após as respectivas tarefas cognitivas, ambos os grupos, foram avaliados através do salto de contra movimento (CMJ), extensão isométrica do joelho e um teste de ciclismo de 3 minutos (“3-minute all-out cycling test” - 3MT) para avaliar a potência, a força máxima e a capacidade de trabalho anaeróbico respectivamente. Os resultados apontaram que as variáveis fisiológicas não tiveram diferenças significativas entre os grupos e, embora o RPE tenha sido maior e a motivação intrínseca reduzida quando mentalmente fatigada, isso não afetou o desempenho anaeróbio máximo.

É válido ressaltar que o estudo de Martin et al. (2015) foi selecionado para este subcapítulo, por entender-se que o estudo faz referência aos participantes selecionados como sendo, algum ou alguns deles, atletas de treinamento intervalado de alta intensidade compreendido em programas de treinamento de triatlo, onde um dos testes utilizado foi um teste de ciclismo. Sendo o ciclismo um dos esportes envolvidos na modalidade do triatlo e, tratando-se assim, de uma tarefa específica do esporte em questão.

De acordo com o que foi afirmado no estudo de revisão de Pageaux & Lepers (2016) e no estudo de Martin et al. (2015), percebe-se que a fadiga mental prévia ao desempenho do atleta, parece não afetar o sistema anaeróbio de produção de energia, responsável entre outras coisas, pela produção de força máxima e força potência.

Quanto a força resistência, foi desenvolvido um estudo por Head et al. (2016) com o objetivo de investigar a influência da fadiga mental no exercício subsequente de resistência ao peso corporal de alta intensidade que foi auto-estimulado e limitado no tempo. Para tal estudo, foram selecionados 18 participantes (11 homens e 7 mulheres), com idade entre 24 e 37 anos, sendo que todos tinham pelo menos 6 meses de experiência participando em rotinas de exercícios de alta intensidade.

Os participantes foram divididos aleatoriamente no grupo experimental (vigilância) e no grupo controle (assistindo vídeo passivo). Sendo que o grupo experimental realizou uma tarefa de vigilância para estímulos numéricos (1-9), onde os participantes foram instruídos a responder ao número 3 e reter a sua resposta do 1-9, exceto o número 3. Os estímulos foram apresentados 11% do

tempo. Foram também instruídos, a responder com a maior rapidez e precisão possível ao número-alvo 3. Cada tentativa consistiu em um único dígito apresentado centralmente na tela por 250 ms, seguido imediatamente por uma imagem durante 900 ms. A imagem consistia em um círculo (29 mm de diâmetro) com uma linha diagonal no meio que abrange de um lado para o outro. Os participantes foram instruídos a responder com o dedo indicador da mão dominante usando uma caixa de resposta. A tarefa cognitiva teve duração de 52 minutos.

O grupo controle assistiu ao documentário "The American Orient Express", que consistiu em imagens sobre trens e viagens, sendo que para a reprodução desse documentário foi utilizada a mesma tela utilizada para o grupo experimental.

Ambos os grupos foram submetidos a uma rotina de exercícios de resistência corporal de alta intensidade, composta por três conjuntos de exercícios separados, concluídos em sucessão para o maior número possível de séries em 20 min. O primeiro exercício foram 5 barras, seguido de 10 flexões e, finalmente, 15 agachamentos apenas com o peso do corpo. Os participantes deveriam terminar a série inteira antes de iniciar uma nova série.

Os resultados fornecem evidências de que a fadiga cognitiva afeta como a atividade física subsequente é realizada. Os participantes que estão cognitivamente cansados gastam significativamente menos tempo na tarefa (ou seja, mais tempo em pausas de repouso) do que quando não previamente cansado cognitivamente. As descobertas também mostram que o efeito da fadiga cognitiva é independente da técnica de intervenção específica (vigilância ou inibição de resposta) e não depende da tarefa de exercício que está sendo realizada (corrida, ciclismo e tarefa de exercício descontínuo). Portanto, há uma piora do desempenho em uma tarefa física em função da fadiga mental.

Com todos os artigos apresentados neste subcapítulo, percebe-se existir uma tendência geral de que atividades que requerem de um esforço físico e/ou técnico contínuo (resistência) têm os seus desempenhos prejudicados devido a fadiga mental, o que não parece ser o caso para atividades que solicitam um tipo

de esforço muito intenso e por um curto período de tempo como a força máxima e a força potência.

É válido lembrar, como já foi dito anteriormente em outro subcapítulo (exigência no futebol: caracterização do esforço) por Stølen et al. (2005) que “apesar do metabolismo aeróbio dominar a entrega de energia durante uma partida de futebol, as ações mais decisivas são cobertas por meio do metabolismo anaeróbio”, assim sendo, será possível verificar a influência da fadiga mental em uma modalidade intermitente.

Pesquisando artigos para relacionar a fadiga mental com outros desportos além do futebol, foi possível perceber à escassez de artigos que existem no desporto em geral sobre esse tema, que obedeçam aos critérios de inclusão / exclusão indicados nesse trabalho e, em específico ao citado no início deste subcapítulo. O que reforça a ideia de que esse tema apresenta uma destacada janela evolutiva para exploração no campo científico.

6.5. A fadiga mental e o processo de detecção

A ideia deste subcapítulo é ressaltar a importância das ferramentas de monitoramento, principalmente, da carga interna dos jogadores de futebol, situando o caro leitor, com as ferramentas mais usuais encontradas na literatura, uma vez que um dos objetivos do presente trabalho é justamente verificar quais as ferramentas utilizadas nos estudos selecionados para a detecção da fadiga mental.

Para Brink et al. (2012) as exigências elevadas do treinamento no futebol, junto com outras pressões psicossociais associadas ao esporte de alto rendimento, podem colocar os jogadores em um maior risco de um “overreaching” não funcional¹ (NFOR). O monitoramento regular para variações no estresse e recuperação, pode ajudar a identificar se os jogadores estão em

“overreaching” não funcional¹ (NFOR) - Definido por Brink et al. (2012) como uma severa condição de decréscimo no desempenho de atletas, com períodos um pouco mais longos de duração (semanas ou meses) e com a presença de severos sintomas.

risco de síndrome do “overtraining”² (OTS), sendo que os principais sintomas que acompanham a baixa no rendimento desportivo são a fadiga aumentada, baixa concentração, humor perturbado e distúrbios na alimentação e sono.

Ao monitorar a carga de treinamento, as unidades de carga podem ser compreendidas como externas ou internas, sendo que a carga externa faz referência ao trabalho realizado pelo atleta (distância percorrida, duração da atividade, etc.), independentemente das suas características internas. Enquanto a carga interna, ou o estresse fisiológico e psicológico relativo imposto também são importantíssimos na determinação da carga de treino e na posterior adaptação (Halsen, 2014), sendo a carga interna, geralmente medida usando medidas fisiológicas e/ou de percepção como frequência cardíaca e o RPE (Torreño et al., 2016).

De acordo com o que afirmam os autores, se faz necessária a utilização de ferramentas que monitorem tanto a carga interna quanto externa, para que através de ambas, seja detectado se os jogadores de futebol possam estar sendo acometidos por algum dos sintomas que resultam em NFOR e/ou OTS, atuando assim, também como uma ferramenta de prevenção.

Visto que o presente estudo busca entender a influência da fadiga mental nos jogadores de futebol em treinamentos e jogos, neste trabalho voltaremos o nosso enfoque para as ferramentas de medição relacionadas a carga interna de treinamento dos jogadores, uma vez que a fadiga em questão faz menção ao aspecto mental do indivíduo.

Halsen (2014) apresenta em seu estudo um resumo das variáveis que podem ser utilizadas para monitorar a carga de treinamento e a subsequente fadiga, mas que serão abordados nesse trabalho fazendo referência apenas as variáveis relacionadas a carga interna (Tabela 2).

Outra variável que é utilizada para medição da carga interna e que tem sido utilizado como uma ferramenta psicológica efetiva e sensível para detectar sinais que antecedem a OTS é o POMS (perfil dos estados de humor). Uma das

Síndrome do “overtraining”² (OTS) - Definido por Brink et al. (2012) como o último estágio no decréscimo do desempenho de atletas, com períodos longos de duração (meses ou anos).

suas versões validadas para o uso em adolescentes é o POMS-A, que posteriormente foi validado para avaliação em adultos passando a se denominar BRUMS, escala de humor de Brunel (Rohlf et al., 2008).

Fessi et al. (2016) e Moalla et al. (2016) citam o questionário de Hooper em seus respectivos estudos, como sendo uma das ferramentas com maior custo benefício para detecção precoce do OTS, por ser não-invasiva e prático para ser utilizado durante treinamentos. Sua praticidade servirá para monitorar o treinamento e, eventualmente, ajustar o calendário diário e semanal da carga de treino, otimizando o treinamento e o desempenho do atleta. Esse questionário psicométrico, busca coletar informações de maneira subjetiva sobre a qualidade do sono durante a noite precedente, a quantidade de estresse, a fadiga e a dor muscular (Hooper & Mackinnon, 1995).

Para Gallo et al. (2016) há um pequeno número de questionários psicométricos estabelecidos específicos para o esporte, com o objetivo de avaliar como um atleta está reagindo com o treinamento e cita como exemplos o REST-Q, o “Recovery-Cue”, o “Athlete Burnout Questionnaire”, o “Daily Analysis of Life Demands for Athletes” e o “Athlete Distress Questionnaire”.

Tabela 2. Variáveis que podem ser usadas para monitorar a carga interna

| Variável | Unidades/descriptores |
|---|--------------------------------------|
| Percepção de esforço | RPE |
| Percepção de fadiga e recuperação | Questionários; REST-Q, VAS |
| Bioquímica e análise hormonal | Linha de base, resposta ao exercício |
| Sono | Qualidade, quantidade, rotina |
| Psicológica | Estresse, ansiedade, motivação |
| REST-Q “Recovery stress questionnaire”, VAS “Visual analog scale” | |

Fonte: Adaptado de Halson (2014).

No seguinte capítulo, serão apresentados os resultados dos estudos selecionados e, entre outras coisas, serão destacadas as ferramentas utilizadas pelos autores para a detecção da fadiga mental.

7. RESULTADOS DOS ESTUDOS

Neste capítulo, serão apresentadas tabelas com os resultados dos quatro estudos selecionados na revisão de literatura realizada, que obedeceram a todos os critérios de inclusão e exclusão definidos para este estudo. Após será feito uma descrição detalhada de cada um dos quatro estudos para explicar as suas metodologias, resultados e conclusões, a fim de facilitar o entendimento do leitor.

A primeira tabela apresentada neste capítulo (Tabela 3), tem o intuito de situar o leitor, mostrando os autores principais de cada artigo selecionado e o respectivo título de cada.

Tabela 3. Artigos selecionados para o trabalho

| Autor (ano) | Artigo |
|------------------------------|--|
| Greig et al. (2007) | “A continuous mental task decreases the physiological response to soccer-specific intermittent exercise” |
| Smith et al. (2015) | “Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance” |
| Smith, Coutts, et al. (2016) | “Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance” |
| Badin et al. (2016) | “Mental Fatigue: Impairment of Technical Performance in Small-Sided Soccer Games” |

O estudo de Greig et al. (2007) relaciona a interação entre as respostas físicas e cognitivas do jogador durante a simulação de um exercício intermitente específico de futebol em esteira.

O segundo estudo selecionado para o presente trabalho é de Smith et al. (2015) que investigam os efeitos da fadiga mental no desempenho da corrida intermitente nos participantes de diferentes modalidades desportivas coletivas.

O artigo de Smith, Coutts, et al. (2016) apresenta dois estudos no mesmo artigo, sendo que o estudo 1 investiga os efeitos da fadiga mental no desempenho físico dos jogadores, enquanto o estudo 2 averigua os efeitos da fadiga mental no desempenho técnico dos jogadores.

Já o estudo de Badin et al. (2016) avaliaram os efeitos da fadiga mental no desempenho físico e técnico dos jogadores de futebol em jogos de espaços reduzidos.

A Tabela 4, demonstra as principais características dos sujeitos em cada estudo selecionado, dando destaque para o número de participantes no estudo, sexo, idade, características físicas gerais e a categoria enquanto atleta.

Tabela 4. Características das amostras

| Autor (ano) | Amostra | Idade (anos) | Características | Categoria |
|------------------------------|----------------|---------------------|---|---|
| Greig et al. (2007) | 10 H | 24.7 ± 4.4 | Peso médio 77.1 ± 8.3 kg VO _{2máx} : 63.0 ± 4.8 ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹ | Jogadores de futebol semiprofissionais |
| Smith et al. (2015) | 10 H | 22 ± 2 | Altura 181 ± 4 cm Peso médio 75 ± 6 kg VO _{2máx} : 48 ± 6 mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹ | Atletas de diferentes desportos Mínimo de 3 anos de experiência |
| Smith, Coutts, et al. (2016) | 12 H | 24.0 ± 0.4 | Altura média 175.3 ± 1.3 cm Peso médio 76.1 ± 2.0 kg | Jogadores recreacionais |
| estudo 1 | | | | |
| Smith, Coutts, et al. (2016) | 14 H | 19.6 ± 3.5 | Altura média 176.7 ± 5.7 cm Peso médio 67.8 ± 8.3 kg | Jogadores 13.6 ± 3.2 anos de experiência (liga belga, divisões 2-7) |
| estudo 2 | | | | |
| Badin et al. (2016) | 20* | 17.8 ± 1.0 | Altura média 179 ± 5 cm Peso médio 72.4 ± 6.8 kg | Jogadores com 8.3 ± 1.4 anos de experiência |

H – Homens; *Não informa o sexo dos indivíduos.

A seguir, na tabela 5 poderemos observar todos os aspectos fisiológicos medidos nos artigos selecionados, bem como as ferramentas utilizadas para a avaliação da carga interna dos seus participantes.

Tabela 5. Medidas fisiológicas e ferramentas utilizadas para avaliação da carga interna

| Autor (ano) | Medidas fisiológicas | Ferramentas para avaliação da carga interna |
|------------------------------|---|---|
| Greig et al. (2007) | Frequência cardíaca | RPE (Escala de Borg 6-20) |
| | Lactato sanguíneo | Velocidade de resposta |
| | Cortisol Salivar | Precisão de resposta |
| Smith et al. (2015) | VO ₂ máx: mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹ | RPE (Escala CR100*) |
| | Frequência cardíaca | Sessão-RPE** |
| | Lactato sanguíneo | BRUMS |
| | Glicose sanguínea | Escala Likert de 5 pontos*** Escalas de motivação intrínseca e sucesso**** |
| Smith, Coutts, et al. (2016) | Frequência cardíaca | RPE (Escala de Borg 6-20) |
| estudo 1 | | VAS |
| Smith, Coutts, et al. (2016) | - | RPE (Escala de Borg 6-20) |
| estudo 2 | | VAS |
| Badin et al. (2016) | Frequência cardíaca | RPE (Escala CR10*****) VAS |

*Escala CR100 – “Borg centiMax scale” (0-10); **Método para monitoramento de uma sessão de treino composta por uma grande variedade de tipos de exercícios avaliada por Foster et al. (2001); ***Usada no estudo, para responder a escala de BRUMS e a escala de motivação intrínseca e sucesso; ****Desenvolvida e validada por Matthews et al. (2001); *****Escala CR10 - “Category-ratio 10” de Borg.

A seguir serão apresentadas as características das tarefas realizadas em cada estudo, as ferramentas utilizadas para medição e os seus principais resultados (Tabela 6).

Tabela 6. Características das tarefas realizadas e principais resultados

| Autor (ano) | Carga de trabalho (min) | Tarefa cognitiva com carga mental (TCCM) | Notas do teste | Principais resultados |
|---|--|---|--|---|
| Greig et al. (2007) | Esteira, protocolo de corrida intermitente 90 min, 6 x 15 min com intervalo passivo de 15 min após 3 séries | Tarefa de vigilância contínua baseada em uma grade 90 minutos | TCCM durante o exercício Dois ensaios realizados em ordem randomizada | <p>↑ RPE (<i>ambos os grupos</i>)</p> <p>↓ FC (<i>grupo com TCCM</i>)</p> <p>↑ Lactato sanguíneo (<i>grupo sem TCCM</i>)</p> <p>↑ Cortisol salivar (<i>grupo sem TCCM</i>)</p> <p>↓ Tempo de resposta (<i>grupo com TCCM</i>)</p> <p>↑ Precisão de resposta primeiros 30 min do 1º tempo (<i>grupo com TCCM</i>)</p> <p>↓ Precisão de resposta últimos 30 min do 2º tempo (<i>grupo com TCCM</i>)</p> |
| Smith et al. (2015) | Protocolo de corrida intermitente de alta intensidade com ritmo próprio esteira não motorizada de força. 15 x 3 min sem repouso com um total de 45 min. | Tarefa AX-CPT 90 minutos | TCCM antes do exercício Dois ensaios realizados com ordem randomizada "counterbalanced crossover" | <p>↑ RPE e fadiga (<i>após a TCCM</i>)</p> <p>↓ Velocidade (<i>ambos os grupos</i>)</p> <p>↓ Distância total (<i>grupo com TCCM</i>)</p> <p>↔ Trabalho (<i>entre os grupos</i>)</p> <p>↓ VO₂máx (<i>grupo com TCCM</i>)</p> <p>↔ Glicose sanguínea, lactato sanguíneo e FC (<i>entre os grupos</i>)</p> <p>↔ Motivação e vigor (<i>ambos os grupos</i>)</p> |
| Smith, Coutts, et al. (2016) estudo 1 | Teste de recuperação intermitente Yo-Yo nível 1 (até exaustão) | "Stroop task" modificada | TCCM antes do exercício Dois ensaios realizados com ordem randomizada "counterbalanced crossover" | <p>↓ Distância percorrida teste Yo-Yo nível 1</p> <p>↔ FC (<i>entre os grupos</i>)</p> <p>↔ Motivação (<i>entre os grupos</i>)</p> <p>↑ Fadiga mental e esforço mental (<i>grupo com TCCM</i>)</p> |

Tabela 6. Continuação

| Autor (ano) | Carga de trabalho (min) | Tarefa cognitiva com carga mental (TCCM) min | Notas do teste | Principais resultados |
|------------------------------|--|--|--|---|
| Smith, Coutts, et al. (2016) | | | | ↑ RPE (<i>grupo com TCCM</i>) |
| estudo 1 | | | | |
| Smith, Coutts, et al. (2016) | Loughborough Soccer | “Stroop task” modificada | TCCM antes do exercício | ↔ Tempo original e o tempo de desempenho no LSPT (<i>entre os grupos</i>) |
| estudo 2 | Passing and Shooting Tests (LSPT e LSST) | 30 minutos | Dois ensaios realizados com ordem randomizada “counterbalanced crossover” | ↑ Tempo de penalidade (<i>grupo com TCCM</i>) ↓ Velocidade e precisão do chute no LSST (<i>grupo com TCCM</i>) ↔ Tempo médio de sequência de chute (<i>entre grupos</i>) ↔ Motivação para os testes (<i>entre grupos</i>) ↑ Fadiga mental e esforço mental (<i>grupo com TCCM</i>) ↑ RPE (<i>grupo com TCCM</i>) |
| Badin et al. (2016) | Espaço reduzido de 5 contra 5, sem a presença de goleiros, 20 por 30 metros. Duração de 15 minutos (2 tempos de 7 minutos com 1 minuto de pausa) | “Stroop task” 30 minutos | TCCM antes do exercício Dois ensaios realizados com o desenho “counterbalanced crossover” | ↔ Motivação para o jogo reduzido (<i>entre os grupos</i>) ↑ Fadiga mental e esforço mental (<i>grupo com TCCM</i>) ↓ FC durante o jogo reduzido (<i>grupo com TCCM</i>) ↑ RPE (<i>grupo com TCCM</i>) Pouca clareza no efeito da fadiga mental sob as variáveis físicas Fadiga mental provocou alterações nas variáveis técnicas |

FC - Frequência cardíaca; ↑ aumento; ↓ diminuição; ↔ sem diferenças.

No estudo proposto por Greig et al. (2007), foram selecionados 10 jogadores de futebol semiprofissionais (do sexo masculino), livres de doenças e lesões. Foram submetidos a um protocolo de corrida intermitente em esteira durante 90 minutos, que replicava o perfil de atividade de uma partida de futebol. Foram realizados dois ensaios com ordem randomizada, com e sem a presença do fator estressor, sendo a tarefa cognitiva de vigilância baseada em uma grade. A atividade física proposta, realizou-se com 6 repetições de 15 minutos separados por um intervalo passivo de 15 minutos do meio tempo. A atividade de vigilância desenvolvida em um dos ensaios, se baseava em uma grade de letras distribuídas aleatoriamente na tela de um computador durante a realização da tarefa física e requeria atenção contínua para ser respondida esporadicamente. Em cada instante que uma grade contendo a letra “b” fosse mostrada para o jogador, o mesmo precisava pressionar um gatilho de mão. Há cada 15 minutos a ordem das letras era alterada, a fim de diminuir o efeito de aprendizagem.

A resposta física (RPE, frequência cardíaca, lactato sanguíneo, cortisol salivar) e desempenho cognitivo (tempo de resposta, precisão da resposta) foram quantificados em intervalos de 15 minutos.

O RPE aumentou gradualmente ao longo da duração de ambos ensaios, sendo maior durante o protocolo sem atividade cognitiva quando comparado com o protocolo com atividade cognitiva, porém essa diferença só foi estatisticamente significativa durante a segunda série de 15 minutos do primeiro tempo.

O cortisol salivar aumentou durante o protocolo sem a presença de atividade cognitiva para cada um dos períodos de atividade física de 15 minutos, quando comparado ao protocolo com atividade cognitiva. Enquanto, a frequência cardíaca foi menor para o grupo com tarefa cognitiva com carga mental, sendo essa diferença significativa até o último período de atividade, mas quanto ao cortisol salivar não se encontraram diferenças significativas, apenas um incremento progressivo durante cada tempo.

A concentração de lactato sanguíneo foi igual para ambos os ensaios no descanso e no final dos 15 minutos de descanso do meio tempo. A concentração

de lactato sanguíneo mostrou uma tendência de ser maior no grupo sem a presença de tarefa cognitiva quando comparado com o grupo com atividade cognitiva, com exceção da primeira série de atividade de 15 minutos onde o grupo com a presença de atividade cognitiva teve valores de lactato sanguíneo superiores. Porém, essa tendência de ser maior no primeiro grupo não se mostrou estatisticamente significativa.

O tempo de resposta durante a tarefa de vigilância melhorou ao longo do protocolo, com um tempo de resposta médio significativamente mais rápido durante a última série de 15 minutos do exercício quando comparado com a primeira série.

A precisão de resposta foi quantificada em cima do número de erros durante as respostas dos jogadores na atividade de vigilância. Foi encontrada uma redução significativa dos erros feitos durante os 30 primeiros minutos do primeiro tempo e um aumento significativo dos erros feitos durante os 30 minutos finais do segundo tempo.

Os autores concluem o estudo apontando existir evidência da interação entre estressores físicos e mentais. No entanto, essa interação não era de natureza aditiva. A tarefa mental teve um efeito de máscara na resposta física. A realização de tarefas de exercício físico, sem o devido respeito pelos estímulos psicológicos adequados, pode, portanto, superestimar a resposta fisiológica.

Para o estudo de Smith et al. (2015) foram selecionados 10 participantes, sendo todos do sexo masculino, livres de doenças e lesões. Os 10 sujeitos são competidores, no momento da realização do estudo, eram todos membros de equipes de desportos intermitentes competitivos (futebol, futebol australiano, rúgbi e hóquei de grama), com experiência competitiva de pelo menos três anos. Vale ressaltar, que esse estudo foi selecionado porque está dentro de todos os critérios de seleção e possui entre os seus participantes jogadores de futebol, mesmo que não se saiba quantos são.

Se trata de um estudo randomizado “counterbalanced crossover”, onde os participantes realizaram o estudo em 5 sessões, sendo as 3 primeiras para familiarização com os equipamentos, testes e procedimentos. As últimas duas

visitas foram separadas por 7 dias para a realização dos tratamentos ou com o grupo experimental ou com o grupo controle, antes da execução do protocolo de corrida de alta intensidade intermitente de 45 minutos, com ritmo próprio, em uma esteira não motorizada de força ("Force Tread Dynameter; Woodway, Waukeshka, WI, USA"), cujo protocolo foi precedido por 90 minutos ou pelo "AX-continuous performance test" (AX-CPT) para o grupo experimental ou por um documentário emocionalmente neutro para o grupo controle.

O humor foi avaliado antes e depois do tratamento usando a "Brunel Model Scale" (BRUMS) desenvolvida por Terry et al. (2003). Esse questionário contém 24 itens (como por exemplo, irritado, confuso, deprimido, exausto, ansioso e ativo) dividido em seis subescalas respectivas: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor. Uma escala de Likert de cinco pontos (0 - de modo nenhum, 1 - um pouco, 2 - moderadamente, 3 - muito e 4 - extremamente) foi usado para responder a cada item, resultando em uma pontuação bruta de 0-16 para cada subescala (quatro itens por escala). Por determinação dos autores com base na proposta do estudo foram relatadas as subescalas de fadiga e vigor.

Durante o tratamento experimental, o RPE foi avaliado a cada 5 minutos usando escalas CR100 (Borg & Borg, 2002). Um RPE foi coletado 30 minutos após o término do protocolo de corrida intermitente, utilizando o "session-RPE" (Foster et al., 2001).

A motivação relacionada ao protocolo de corrida intermitente foi medida antes do tratamento experimental utilizando as escalas de motivação intrínseca e de sucesso desenvolvidas e validadas por Matthews et al. (2001). Ambas as escalas contêm sete afirmações (por exemplo, "Espero que o conteúdo da tarefa seja interessante" e "Eu quero ter sucesso na tarefa") e foram pontuadas a mesma escala de pontuação citada anteriormente (escala de Likert de cinco pontos). Assim sendo, o total de pontuação para cada escala de motivação varia de 0 a 28 pontos.

Durante o tratamento experimental foi medido a frequência cardíaca dos indivíduos, batimento por batimento a cada 5 segundos. Também foi medida durante todo o protocolo o consumo de oxigênio respiração por respiração

utilizando um sistema informatizado de análise de gás metabólico conectado a um bocal.

As amostras de sangue fresco foram retiradas de um dos dedos dos participantes antes e após o tratamento mental, antes do aquecimento para o protocolo experimental, durante o mesmo (sendo medida a cada 9 minutos) e 1 minuto depois do término do protocolo. As duas primeiras amostras de sangue foram coletadas para avaliar a concentração de glicose no sangue, sendo a segunda para verificar se o tratamento mental reduziu a glicemia em excesso quando comparado com o grupo controle, enquanto as demais amostras foram utilizadas para analisar a concentração de lactato sanguíneo.

Após as medidas iniciais, os participantes se dirigiram a uma sala silenciosa, com pouca iluminação, onde os tratamentos foram administrados. Durante os tratamentos, foi medida a frequência cardíaca dos indivíduos a cada 5 segundos.

Para o grupo controle, o tratamento consistiu em assistir 90 minutos de documentários considerados de humor neutro e frequência cardíaca estável. Os documentários eram “Railway Adventures Across Europe - Power To the Peaks; Trains, Mains and Automobiles; Silence of the Iron Horse and Tracks of Moors”. Os documentários foram assistidos na mesma tela de computador usada para o grupo experimental.

Quanto ao grupo experimental, a fadiga mental foi induzida experimentalmente, utilizando a versão prolongada (90 minutos) do AX-CPT. Essa atividade requer vigilância, memória de trabalho e inibição de resposta e se trata de pressionar um dos dois botões do “mouse” em resposta a uma série de letras exibidas na tela do computador como está explicado no subcapítulo a fadiga mental relacionada a outros desportos no estudo proposto por Martin et al. (2015). O desempenho do AX-CPT é marcado automaticamente com base no tempo de reação e na precisão das respostas. Todas as respostas que deixam de serem respondidas ou erradas provocam um sinal sonoro de dois alto falantes como um estímulo para aumentar a velocidade e a precisão. O número de respostas corretas nos primeiros e nos últimos 15 minutos do AX-CPT foi comparado como uma verificação de manipulação. Um incentivo de 50 dólares

foi oferecido ao participante com as melhores pontuações para controlar os efeitos negativos da má motivação e do tédio no desempenho do AX-CPT.

Após os tratamentos, o grupo experimental realizou o protocolo de corrida intermitente que buscou refletir as demandas de vários desportos coletivos. O protocolo consistiu em um bloco de atividade padrão de 3 minutos que foi repetido 15 vezes sem repouso por um total de 45 minutos.

Durante o protocolo de corrida intermitente, a velocidade da correia da esteira não motorizada foi monitorada usando dois foto-micros sensores de velocidade óptica (Modelo EE-SX670, Omron Electronics, Schaumburg, IL) montados no eixo do rolo traseiro da correia da esteira não motorizada. Os dados de distância, velocidade e trabalho foram registrados a uma taxa de amostragem de 10 Hertz (Hz) através da interface PCB XPV7 ("Fitness Technology", Adelaide, Austrália) e analisados usando o software Force 3.0 ("Innervations Software", Joondalup, Austrália).

Os dados de desempenho foram categorizados como atividade de baixa intensidade ou atividade de alta intensidade para análise. A atividade de baixa intensidade incluiu todas as caminhadas, trotes e corrida (até 50% do esforço máximo), e a atividade de alta intensidade incluiu apenas corrida rápida e "sprint" (70% - 100% do esforço máximo).

Os resultados demonstraram que percepções subjetivas de fadiga foram maiores após o AX-CPT. Todas as velocidades diminuíram significativamente ao longo do tempo em ambas as condições (grupo controle e grupo experimental). Porém, a velocidade global e a velocidade em atividade de baixa intensidade foram significativamente mais baixas no grupo experimental quando comparado ao grupo controle. Enquanto a velocidade em atividade de alta intensidade e as velocidades de pico não foram significativamente diferentes entre os grupos. A distância total e a atividade de baixa intensidade foram significativamente menores no grupo experimental quando comparado ao grupo controle. Enquanto a atividade de alta intensidade não mostrou diferenças significativas entre grupos. Em contraste, não existiram diferenças significativas entre grupos para o trabalho medido. O consumo de oxigênio foi significativamente menor na condição de fadiga mental. A glicose sanguínea, o lactato sanguíneo, a

frequência cardíaca, a escala de vigor e a motivação intrínseca não foram significativamente afetadas. Os resultados deste estudo são consistentes com os resultados obtidos no próprio. O RPE de sessão foi significativamente maior na condição de fadiga mental. A escala de BRUMS utilizada quanto a percepção de vigor, demonstrou um decréscimo significativo na percepção subjetiva de esforço depois do tratamento em ambos grupos (controle e experimental) sem apresentar diferenças significativas entre grupos. Quanto a percepção de fadiga, foram encontrados aumentos significativos apenas depois da realização da tarefa cognitiva com carga mental no grupo experimental.

O estudo mostrou que a atividade cognitiva prolongada e exigente que leva à fadiga mental prejudica o desempenho durante um protocolo subsequente de corrida de alta intensidade intermitente e, ritmo próprio, com duração de 45 minutos. Quando mentalmente cansado, os participantes reduziram a atividade de baixa intensidade, mas mantiveram a atividade de alta intensidade e as velocidades de pico. Essa redução observada na atividade de baixa intensidade é provavelmente mediada por uma maior percepção de esforço em participantes mentalmente fatigados, em vez de mecanismos cardiovasculares ou metabólicos.

O artigo de Smith, Coutts, et al. (2016) apresenta dois estudos no mesmo artigo, sendo que esses estudos empregaram um desenho “crossover”, onde ambos se desenvolveram em 3 sessões, sendo a primeira para familiarização dos indivíduos com o estudo e as outras duas para a realização da sessão controle e da sessão fadiga mental, que foram realizadas randomizadas e “counterbalanced”.

No estudo 1 foram avaliados 12 jogadores de futebol do sexo masculino, cujo tempo de experiência é desconhecido e foram descritos como jogadores recreativos, livres de doenças e lesões. Se buscou avaliar o desempenho físico específico usando o teste de recuperação intermitente Yo-Yo nível 1 (Krustrup et al., 2003).

No estudo 2 foram avaliados 14 jogadores de futebol do sexo masculino, cujo tempo de experiência é de 13.6 ± 3.2 anos, livres de doenças e lesões. Se

avaliou o desempenho técnico específico no futebol usando o “Loughborough Soccer Passing and Shooting Tests” (LSPT e LSST). Sendo que o primeiro teste (LSPT), consiste em fazer 16 passes (aproximadamente a 4 metros) contra bancos padrão de ginásio, posicionados em um formato de retângulo ao redor do jogador, onde um pedaço de papel colorido (0.6 x 0.3 metros) foi anexado a cada banco, servindo como uma área alvo para a realização dos passes em uma das quatro ordens de cores aleatórias, selecionadas por um investigador. Os participantes foram instruídos a completar os passes o mais rápido possível, tratando de minimizar os erros. As medidas de resultado para esse teste incluíram tempo original (tempo necessário para completar todos os 16 passes), tempo de penalização (tempo adicionado para erros, passes imprecisos e desempenho lento) e tempo de desempenho que era o resultado do tempo original somado ao tempo de penalidade (Ali et al., 2007).

O segundo teste (LSST) analisa principalmente a capacidade de tiro ao futebol, mas também inclui componentes de passagem, controle de bola, agilidade e aceleração. Os participantes começaram o teste a 20 metros da linha de gol, de costas para o mesmo. Eles foram obrigados a correr e tocar um dos dois cones (esquerda ou direita) posicionados 6 metros diagonalmente atrás deles. Os participantes voltaram para a posição inicial e passaram uma bola contra um banco antes de controlar, virar e chutar a bola no gol. Os participantes passaram por um goleiro estacionário e após, simularam o chute como no jogo. Cada tentativa foi composta de 10 chutes (5 com cada pé), separados por 1 minuto de descanso. O desempenho nesse teste foi avaliado usando a precisão do tiro, a velocidade de disparo e o tempo da sequência de disparo (Ali et al., 2007).

O grupo controle em ambos os estudos, envolveu 30 minutos de leitura a um ritmo tranquilo de uma seleção de revistas, que variaram em tema, incluindo esporte, carros e viagens.

O grupo experimental (fadiga mental) em ambos os estudos, foi precedido pela indução da fadiga mental utilizando a atividade “Stroop task” modificada, com duração de 30 minutos.

A “Stroop task” modificada (100% incongruente) foi previamente utilizada por Pageaux et al. (2014), e trata de uma versão em papel que é composta por quatro palavras (vermelho, azul, verde e amarelo) que foram exibidas em uma ordem aleatória em cinco folhas de papel A4 com 45 palavras impressas em cada folha. Os participantes deveriam responder verbalmente a cada palavra, com a resposta correta correspondente à cor da tinta da palavra (vermelho, azul, verde e amarelo), em vez do significado das palavras. Contudo, se a cor da tinta da palavra fosse vermelha, a resposta correta correspondia ao significado da palavra.

As avaliações subjetivas da fadiga mental, esforço mental e motivação, foram medidas utilizando a escala VAS, sendo que a fadiga mental foi medida antes e depois do estímulo mental tanto no grupo controle como no experimental, enquanto o esforço mental e a motivação foram medidas somente depois do estímulo mental em ambos os grupos. O esforço mental faz referência a tarefa de leitura que acabava de ser concluída, enquanto a motivação faz referência ao teste de desempenho específico de futebol que se daria a seguir.

No estudo 1, ambos os grupos realizaram um aquecimento correndo durante 2 minutos e logo o teste de recuperação intermitente Yo-Yo nível 1. A frequência cardíaca foi medida batida por batida e em média a cada 5 segundos durante o teste Yo-Yo nível 1. Os valores de frequência cardíaca e RPE, foram coletados no final de cada level do teste Yo-Yo nível 1 e também quando o indivíduo alcançava o ponto de exaustão.

No estudo 2, os grupos controle e experimental seguiram os mesmos procedimentos que no estudo 1 até o aquecimento. O aquecimento foi de 3 minutos com a presença de uma bola, onde se realizou passes, dribles e elementos de controle da mesma. Após o aquecimento, os participantes completaram 2 ensaios do LSPT, separados por um descanso de 1 minuto. Depois de outro descanso de 2 minutos, os participantes completaram dois ensaios do LSST, separados por um descanso de 3 minutos. Este descanso de 3 minutos compreendeu 2 minutos de repouso passivo, seguido de 1 minuto de descanso ativo com a bola.

Os resultados mostraram que as avaliações subjetivas de fadiga mental e esforço foram maiores após a “Stroop task” em ambos os estudos 1 e 2, enquanto a motivação foi semelhante entre os grupos controle e experimental também em ambos os estudos.

No estudo 1, a fadiga mental reduziu significativamente a distância de percorrida no teste Yo-Yo nível 1. Não foi encontrada diferença significativa na frequência cardíaca entre os grupos controle e experimental, assim como para a classificação de RPE para a motivação antes da realização do teste Yo-Yo nível 1. No entanto, as classificações de RPE para fadiga mental e esforço mental foram significativamente maiores na condição de fadiga mental.

No estudo 2, o tempo original de LSPT e o tempo de desempenho não foram diferentes entre os grupos controle e experimental. Contudo, o tempo de penalidade aumentou significativamente na condição de fadiga mental. No LSST, a fadiga mental prejudicou a velocidade e precisão do chute com diferenças significativas entre os grupos, enquanto o tempo médio de sequência de chute tendeu a ser mais lento no grupo experimental, porém não houveram diferenças significativas entre os grupos. As classificações de RPE para fadiga mental e esforço mental aumentaram significativamente após a tarefa mental, sendo que a avaliação da motivação antes dos testes experimentais não demonstrou diferenças significativas entre os grupos.

Para estudo de Badin et al. (2016) foram selecionados 20 jogadores de futebol (sem descrição do sexo) de duas categorias (10 de cada uma) de um time da “Australian National Premier League” (maior competição nacional daquele país), livres de doenças e lesões. O estudo empregou um desenho “counterbalanced crossover” envolvendo o grupo fadiga mental e o grupo controle. Os jogadores foram divididos em dois grupos de cinco cada, coincidentes em aptidão física (avaliada durante a familiarização) e proficiência técnica treinada. O teste foi completado através de 3 sessões por cada grupo em campos de grama artificial, sendo que as sessões 2 e 3 foram separadas por 1 semana. Foi quantificada a avaliação subjetiva de esforço (RPE - escala de

Borg CR10) e, também, a avaliação subjetiva da fadiga mental, fadiga física, esforço mental e motivação através “visual analog escale” (VAS).

A sessão 1 serviu para avaliar o nível de aptidão física dos indivíduos e familiarizá-los com os procedimentos. O nível de aptidão física foi avaliado com base no teste de recuperação intermitente Yo-Yo nível 1 (Krustrup et al., 2003) o mesmo utilizado no estudo de Smith, Coutts, et al. (2016). Durante a sua realização foi coletada a frequência cardíaca para determinar a frequência cardíaca máxima de cada participante.

Nas sessões 2 e 3, antes de iniciar os protocolos mentais, os indivíduos responderam a escala VAS (avaliação subjetiva da motivação, fadiga mental e física), além de terem sido equipados com GPS (“global positioning system”) e frequencímetros. A equipe controle completou 30 minutos assistindo a um documentário considerado emocionalmente neutro, enquanto o grupo experimental completou 30 minutos de uma tarefa mentalmente fatigante em computador chamada de “Stroop task”.

A “Stroop task” se trata de uma tarefa mentalmente fatigante, onde palavras coloridas com um entorno da cor preta, vão aparecendo na tela de um computador durante 1000 milissegundos seguido de uma tela em branco também com 1000 milissegundos de duração antes da próxima palavra, resultando em um total ao entorno de 900 palavras em 30 minutos.

Os ensaios foram organizados em uma ordem pseudoaleatória, com 50% dos ensaios sendo congruentes (palavras e cores correspondentes) e 50% sendo incongruentes, com todas as combinações de cores de palavras incongruentes ocorrendo com igual frequência. Os jogadores foram obrigados a responder a cada teste pressionando 1 de 4 teclas, combinando a cor da palavra em vez do seu significado. Portanto, se a palavra azul fosse exibida na cor amarela, a resposta correta era pressionar a tecla amarela. No entanto, para aumentar a dificuldade da tarefa, se a palavra fosse exibida na tela na cor vermelha, a resposta correta era pressionar o botão correspondente ao significado da palavra. Portanto, se a palavra azul fosse exibida na cor vermelha, a resposta correta era pressionar a tecla azul.

Os participantes foram instruídos a completar a tarefa da maneira mais rápida e precisa possível, além de serem desafiados a superarem os seus companheiros. Quaisquer respostas incorretas ou perdas (> 1500 ms) provocaram um sinal sonoro para solicitar um desempenho mais rápido e / ou preciso (MacLeod, 1991). Os indivíduos completaram a tarefa ao mesmo tempo em salas separadas. Ao término dessa tarefa, os participantes completaram a escala VAS para avaliação da fadiga mental e física, esforço mental (referente a “Stroop task”) e a motivação (referente a próxima atividade).

Após essa tarefa, os jogadores foram ao campo onde realizaram um aquecimento de 8 minutos baseado em habilidades técnicas seguidos por 15 minutos de jogos de espaços reduzidos. No aquecimento foram feitos trabalhos de passes alterando com períodos de alongamentos dinâmicos. A seguir, foi realizado o jogo em espaço reduzido de 5 contra 5 jogadores, sem a presença de goleiros, em uma área de 20 por 30 metros. O jogo foi dividido em dois tempos de 7 minutos com 1 minuto de intervalo, onde os jogadores foram instruídos a manter a posse da bola e a cada 6 passes completos marcariam 1 ponto.

O desempenho físico foi avaliado através de GPS de 15 Hertz (Hz), onde foram determinadas zonas de velocidade (parado/caminhando < 7 km/h; corrida de baixa velocidade $7 - 13$ km/h; corrida de alta velocidade $13 - 18$ km/h e corrida de muito alta velocidade > 18 km/h), além da distância total percorrida, “sprints” repetidos e acelerações.

O desempenho técnico foi avaliado com base em algumas variáveis técnicas, são elas: Passes, entradas, controles errados, posse de bola (entendido como passes recebidos ou interceptados ou entradas onde a posse é alcançada), envolvimento (soma de todos os fatores técnicos, com exceção da posse de bola) e tempo de posse de bola. A precisão dos passes (bem-sucedido / total), entradas (bem-sucedida / total), posse de bola (positiva / negativa) e envolvimento (positivo / negativo), foram todos calculados como porcentagens.

O RPE foi avaliado antes do jogo de espaço reduzido e, imediatamente, depois de cada tempo. A avaliação subjetiva de fadiga física e mental e o esforço mental também foram coletados ao final do jogo de espaço reduzido. As

gravações em vídeo do jogo reduzido, permitiram a análise das variáveis técnicas.

Os resultados apontaram que as classificações subjetivas de fadiga mental e esforço foram maiores após a “Stroop task”, enquanto a motivação para o jogo reduzido foi semelhante entre os grupos controle e experimental. A frequência cardíaca durante o jogo reduzido, foi menor para o grupo experimental, porém com uma diminuição considerada pelos autores como insignificante. Enquanto o RPE era maior no grupo de fadiga mental. A fadiga mental teve um efeito pouco claro na maioria das variáveis de desempenho físico, onde para a zona de velocidade parado/caminhando (< 7 km/h) notou-se um efeito possivelmente positivo, enquanto para as demais zonas de velocidade não foram encontradas verdadeiras diferenças entre os grupos. Quanto as acelerações houveram diferenças pouco importantes e para os “sprints” repetidos demonstrou-se um provável efeito positivo. A fadiga mental prejudicou a maioria das variáveis de desempenho técnico (porcentagem dos envoltimentos positivos, posse de bola positiva, porcentagem da precisão dos passes e porcentagem das entradas bem-sucedidas).

Como aplicação prática, o estudo recomenda que os jogadores de futebol devem evitar a fadiga mental prematura, a fim de manter a qualidade do desempenho técnico durante a competição. E conclui dizendo que a fadiga mental não afetou o desempenho físico, apesar da crescente percepção de esforço. Em contrapartida, a fadiga mental prejudicou o desempenho técnico ofensivo e defensivo.

8. DISCUSSÃO

A proposta principal desta revisão de literatura foi verificar até que ponto a fadiga mental influencia no desempenho dos jogadores de futebol em treinamentos e jogos? Buscando responder essa questão, se destacarão as principais consequências causadas pela fadiga mental sob o rendimento físico e técnico de um jogador de futebol, procurando definir as principais ferramentas para detecção dessa fadiga mental e comparando os resultados dos estudos para indicar o que existe de maior consenso sobre o tema no meio acadêmico.

Antes de responder a proposta deste trabalho, é oportuno lembrar que foram selecionados quatro artigos para esta revisão de literatura, sendo analisados cinco estudos, pois o artigo de Smith, Coutts, et al. (2016) está dividido em dois estudos, sendo que o primeiro estudo faz uma relação entre a fadiga mental e o desempenho físico e o segundo estudo faz uma relação entre a fadiga mental e o desempenho técnico. Portanto, dos cinco estudos analisados, três deles relacionam a fadiga mental com uma carga de trabalho física (Greig et al., 2007; Smith, Coutts, et al., 2016; Smith et al., 2015), enquanto os outros dois estudos analisados, possuem uma ênfase maior, na relação entre a fadiga mental e uma carga de trabalho técnica (Badin et al., 2016; Smith, Coutts, et al., 2016).

8.1. Características das amostras

O grupo de indivíduos selecionados para os estudos parece ser homogêneo, para a maioria das características entre eles, o que favorece e permite as comparações. Pois pode-se afirmar que todos são do sexo masculino, com exceção da amostra de Badin et al. (2016) que não afirma em seu estudo qual o gênero da amostra selecionada. Além disso, as amostras são todos indivíduos jovens (idade 17-24 anos) com uma variação de peso entre 67-77 kg e altura entre 175-181 cm. Todos podem ser categorizados como jogadores com experiência, porém deve-se fazer duas ressalvas. Sendo que a primeira delas, é de que no estudo de Smith et al. (2015) todos os indivíduos selecionados possuem um mínimo de 3 anos de experiência, porém nem todos são praticantes de futebol. A segunda ressalva é de que no primeiro estudo de Smith, Coutts, et

al. (2016) o nível dos participantes é considerado recreacional, mas no transcorrer da leitura do artigo o autor afirma que todos os indivíduos selecionados são jogadores de futebol de equipes locais ou de universidades e se encontravam, no momento do estudo, participando regularmente em treinamentos e competições.

8.2. Protocolos de carga de trabalho

Todos os protocolos utilizados para a carga de trabalho nos cinco estudos são semelhantes as demandas do futebol, pois se tratam de atividades intermitentes de alta intensidade, o que vai ao encontro da afirmação de que os movimentos determinantes para o sucesso em uma partida de futebol são de alta intensidade e intermitentes (Bradley et al., 2009; Mohr et al., 2003; Stølen et al., 2005). Porém, é válido ressaltar o que afirmam Williford et al. (1998) quando dizem que a esteira não permite replicar padrões pouco ortodoxos de movimentos de costas e laterais. Portanto, a esteira (utilizada em dois dos estudos selecionados) pode ser útil para replicar em partes as demandas do futebol, pois consegue replicar a questão da exigência física (corrida intermitente), mas não consegue replicar todos os padrões de movimentos requeridos ou muito menos questões técnicas desse desporto.

Dos cinco estudos selecionados, dois deles (Greig et al., 2007; Smith et al., 2015) utilizam protocolos de corrida intermitente de alta intensidade, desenvolvidos em laboratório com esteiras, replicando algumas das demandas de uma partida de futebol e o tempo de jogo. Sendo replicado no estudo de Greig o tempo inteiro de uma partida de futebol (90 minutos) e no estudo de Smith apenas um tempo (45 minutos).

O primeiro estudo do artigo de Smith, Coutts, et al. (2016) utiliza no protocolo de carga de trabalho um teste chamado de teste de recuperação intermitente Yo-Yo nível 1 que também é utilizado por Badin et al. (2016) na primeira sessão do seu estudo, para determinação da frequência cardíaca máxima dos participantes, tendo em vista que o indivíduo deverá correr até a sua exaustão.

De acordo com Bangsbo et al. (2008) e Krustup et al. (2003), se trata de um teste onde o indivíduo dentro de um espaço delimitado de 20 metros, correrá de um lado ao outro de acordo com um sinal sonoro (gravado e reproduzido no momento) que marcará o ritmo da corrida. Sendo que a cada estágio concluído do teste, há um período de descanso (dez segundos), sendo que no seguinte estágio a velocidade será incrementada. O indivíduo permanecerá correndo até que ele/ela não consiga manter a velocidade, sendo a distância percorrida até esse ponto, o resultado do teste. Existem dois níveis para a prova. O nível 1 que começa a uma velocidade mais baixa e tendo o aumento da velocidade mais moderado do que para o nível 2. Bangsbo et al. (2008), ainda afirma existe uma forte correlação entre o desempenho do teste Yo-Yo e a quantidade de corridas de alta intensidade durante um jogo de futebol. Essa afirmação corrobora com a ideia de que esse protocolo se assemelha as demandas do futebol.

O segundo estudo de Smith, Coutts, et al. (2016) utiliza em seu protocolo de carga de trabalho dois testes sendo eles o “Loughborough Soccer Passing and Shooting Tests” (LSPT e LSST), sendo ambos desenvolvidos e validados por Ali et al. (2007) para avaliar o desempenho técnico específico do futebol. Sendo que o LSPT consiste em completar 16 passes o mais rápido possível cometendo o menor número de erros possível. Enquanto o LSST consiste em, primeiramente, testar a habilidade de chute, mas também inclui passe, controle de bola, agilidade e componentes do “sprint” (Ali et al., 2007).

O estudo de Badin et al. (2016) utilizou em seu protocolo de carga de trabalho um jogo de espaço reduzido 5 contra 5 jogadores, sem a presença de goleiros, com 15 minutos de duração (2 x 7 minutos com 1 minuto de pausa).

De acordo com Halouani et al. (2014), os jogos de espaço reduzido são um dos exercícios mais comuns usados pelos treinadores para o treinamento de futebol, a fim de desenvolver habilidades técnicas e táticas, além de estimular os atletas fisicamente através de simulações reais de jogo. Essa afirmação confirma a pertinência para a utilização deste tipo de protocolo como carga de trabalho semelhante ao futebol.

Com base em tudo o que foi citado neste subcapítulo, entende-se que para uma melhor comparação entre os resultados obtidos em cada estudo, o

mais adequado será agrupá-los com base no protocolo de carga de trabalho que utilizaram. Assim sendo, será priorizada uma comparação de resultados entre os estudos que relacionaram a fadiga mental e o desempenho físico e outra comparação entre os artigos que relacionaram a fadiga mental e o desempenho técnico, sem estar proibido outras comparações entre os estudos.

8.3. Protocolos de tarefa mental com carga cognitiva

Quanto aos protocolos envolvendo tarefas cognitivas com carga mental, dos 4 artigos analisados, dois deles utilizaram a “Stroop task” (Badin et al., 2016; Smith, Coutts, et al., 2016) como tarefa de indução da fadiga mental antes da realização dos protocolos com carga de trabalho específica de futebol. Porém, os estudos propostos por Smith, Coutts, et al. (2016), utilizaram uma versão modificada da tarefa, classificada como 100 % incongruente, que foi previamente utilizada em diversos estudos (Bray et al., 2012; Bray et al., 2008; Martin Ginis & Bray, 2010; Pageaux et al., 2014; Rozand et al., 2014; Wallace & Baumeister, 2002). Enquanto a “Stroop task” proposta por Badin et al. (2016) é classificada como sendo 50% congruente e 50% incongruente (MacLeod, 1991)., lembrando que a congruência da tarefa faz menção as palavras e cores correspondentes.

O estudo de Greig et al. (2007) utilizou uma tarefa de vigilância contínua baseada em uma grade de letras aleatórias, apresentada para o indivíduo durante o exercício, que era modificada a cada 15 minutos, sendo a duração da tarefa de 90 minutos. Pelo autor não fazer referência a nenhum estudo que tenha utilizado essa tarefa antes e por não ter sido encontrado estudos que replicassem essa mesma tarefa depois, entende-se que os autores do estudo sejam quem tenha desenvolvido a tarefa mental com carga cognitiva proposta no estudo.

O estudo de Smith et al. (2015) utilizou no seu protocolo de trabalho mental com carga cognitiva a tarefa “Test AX-version” (AX-CPT) antes da realização do trabalho físico proposto. Se trata de pressionar os botões direito e esquerdo do “mouse” em resposta a uma série de letras exibidas na tela de um

computador. Essa mesma tarefa foi utilizada por Martin et al. (2015), Marcora et al. (2009) e Pageaux et al. (2013).

Entre os cinco estudos selecionados, percebe-se duas formas diferentes de administração da tarefa para indução da carga mental, sendo uma antes e a outra durante o protocolo de trabalho específico de futebol. Pode-se fazer analogias interessantes entre ambas propostas com o desporto em questão, pois as propostas que realizaram o protocolo de carga mental antes da tarefa específica da modalidade, podem simular a fadiga mental que muitas vezes o jogador traz consigo antes de treinamentos e jogos quando trata-se de jogadores de alto nível. Pois como foi referido no subcapítulo 6.2 (a fadiga no futebol relacionada ao aspecto mental) no alto nível, o fato dessa modalidade ser muito exigente e o jogador estar exposto a uma elevada pressão a cada partida para que realize o seu melhor, tanto pelo clube quanto pelo seu entorno, além de um calendário apertado, faz com que o atleta tenha um estresse psicológico e físico muito alto, afetando o seu desempenho na maioria dos casos (Coutts, 2016).

O protocolo de carga mental realizado durante o protocolo de trabalho específico de futebol parece ser interessante também, pois pode representar todos os acontecimentos que ocorrem durante uma partida que podem induzir um jogador a fadiga mental, sendo eles: Expulsões e/ou lesões de companheiros, receber um gol, pressão da torcida rival e/ou a própria torcida, etc. Pois de acordo com Coutts (2016) e já referido também no subcapítulo 6.2, os jogadores de futebol permanecem atentos por longos períodos antes e durante as partidas, aderindo a estratégias táticas, ajustando-se constantemente a mudanças na equipe rival e na sua própria equipe, sendo obrigados a realizar tomadas de decisões rápidas e precisas, constantemente recuperando e processando informações em um ambiente dinâmico.

Entre os cinco estudos analisados, três deles utilizaram a tarefa “Stroop task” para indução da fadiga mental, sendo que dois deles utilizaram uma versão modificada, que se trata de uma versão em papel. Com isso, essa versão modificada parece ser a mais indicada e com maior praticidade para ser aplicada em comparação com as outras tarefas, que demonstraram a necessidade de um computador para realização das mesmas. Há que se ter em conta, que a

realidade de grande parte dos clubes ao redor do mundo, não dispõem de grandes quantias de dinheiro para investir nesse tipo de material, isso reafirma ainda mais a ideia de que a versão modificada da tarefa “Stroop task” parece ser a mais adequada para a realização de estudos em clubes com o objetivo de aumentar o grau de conhecimento neste campo.

8.4. Fadiga mental e o desempenho físico e técnico

No estudo de Greig et al. (2007), constatou-se que o tempo de resposta diminuiu ao longo da tarefa mental, ou seja, a velocidade de resposta foi mais rápida. E a precisão de resposta piorou ao longo do desenvolvimento do protocolo, com uma piora significativa nos últimos 30 minutos do protocolo.

Os autores do estudo afirmam que a tarefa de carga de trabalho físico não foi desenhada para induzir um estado de fadiga física, mas sim simular essa carga presente em uma partida de futebol. Com base nessa afirmação, pode-se explicar a diminuição no tempo de resposta dos indivíduos ao longo do protocolo, dizendo que o protocolo físico desenhado para o estudo não fadigou fisicamente de forma suficiente ou ainda que a tarefa de vigilância proposta no estudo foi insuficiente para induzir a fadiga mental ao ponto de alterar o tempo de resposta dos participantes. Relembrando que para Knicker et al. (2011) e Marqués-Jiménez et al. (2017) as principais características da fadiga mental são: Atenção reduzida (concentração), memória de trabalho, vigor, tomada de decisão, sentimento de cansaço mental, tempo de reação, a precisão de resposta e a velocidade para tal.

A piora da precisão de resposta pode ser explicada, na visão de quem vos escreve, pela combinação de fadiga física e mental ao longo do exercício, pois por mais que se questione a fiabilidade de ambos protocolos utilizados nesse estudo, algum tipo de fadiga tanto física quanto mental irá ser causada e essa combinação pode explicar o fato da piora na precisão de resposta dos participantes, principalmente, nos últimos 30 minutos da atividade.

No estudo de Smith et al. (2015), todas as velocidades diminuíram significativamente ao longo do tempo em ambos os grupos (controle e experimental), sendo a velocidade global e a velocidade em atividade de baixa intensidade significativamente mais baixas no grupo experimental. Enquanto as corridas de alta intensidade e as velocidades de pico não foram significativamente diferentes entre os grupos. Não existiram diferenças significativas entre grupos para o trabalho medido.

Segundo o próprio autor, esses resultados podem ser explicados pelo fato de que quando mentalmente cansados, os jogadores podem regular seu ritmo (velocidade) nos momentos de baixa intensidade, mantendo a capacidade de realizar esforços de alta intensidade quando assim se fizer necessário. A distância total e a atividade de baixa intensidade foram significativamente menores no grupo experimental quando comparado ao grupo controle. Enquanto a atividade de alta intensidade não mostrou diferenças significativas entre grupos.

Esses achados e a afirmação do autor, vai ao encontro do que diz Rozand et al. (2014) quando afirma que de acordo aos resultados encontrados em seu estudo (que tinha por objetivo testar a hipótese de que o esforço mental reduz o torque e a ativação muscular durante as contrações voluntárias máximas intermitentes dos extensores do joelho), o esforço mental não afeta a função neuromuscular durante contrações voluntárias máximas intermitentes dos extensores do joelho.

Sendo assim, parece evidenciar-se nesse estudo que os esforços de baixa intensidade (aeróbios) são alterados em função da fadiga mental, o que parece não ocorrer em momentos de esforços de alta intensidade (anaeróbios), podendo ser explicado ou pelo fato do jogador se preservar para os momentos de esforços de alta intensidade ou por realmente a fadiga mental não ter uma influência tão determinante sob o desempenho dos atletas em esforços de alta intensidade.

No primeiro estudo do artigo de Smith, Coutts, et al. (2016), foi utilizado como protocolo de carga de trabalho a aplicação do teste de recuperação

intermitente Yo-Yo nível 1, sendo executado até a exaustão dos indivíduos e tendo a tarefa cognitiva com carga mental aplicada antes da realização do teste. Esse estudo apresentou como resultado a diminuição da distância percorrida no Yo-Yo nível 1.

De acordo com os estudos de Krustup et al. (2003) e Bangsbo et al. (2008), o teste Yo-Yo nível 1, demonstra ser uma ferramenta simples, efetiva e válida para medir o desempenho físico dos jogadores de futebol. Essa afirmação dos autores, demonstra que o teste foi adequadamente escolhido para o que se pretendia avaliar no estudo.

Essa redução da distância percorrida após a tarefa cognitiva com carga mental ("Stroop task) confirmou a hipótese dos autores e corrobora a ideia do estudo de Smith et al. (2015) de que a fadiga mental prejudica a corrida intermitente.

Buscando fazer uma relação entre os dois primeiros estudos apresentados neste subcapítulo (Greig et al., 2007; Smith et al., 2015), que utilizaram em seus protocolos um exercício de corrida intermitente, pode-se explicar que a piora da precisão de resposta ao longo do protocolo no primeiro estudo apresentado, e a diminuição das velocidades em geral junto com a diminuição da distância total percorrida do início para o final do protocolo no segundo estudo apresentado, pode ser explicado pelo fato de que os participantes foram acometidos de um cansaço físico e mental, onde a soma destes resultou em um decréscimo de rendimento.

Outra relação que pode ser feita entre os estudos, é que o resultado apresentado no primeiro estudo do artigo de Smith, Coutts, et al. (2016) pode confirmar os achados encontrados no estudo de Smith et al. (2015), dizendo que a fadiga mental prejudica o desempenho na corrida intermitente, inclusive em esforços de alta intensidade como ficou explícito no estudo de Smith, Coutts, et al. (2016). Sendo assim, o fato de que os achados do estudo de Smith et al. (2015) não tenham mostrado alterações nos esforços de alta intensidade, não se deve ao fato da fadiga mental não causar efeito sob esse tipo de esforços, mas sim pelos participantes do estudo terem se preservado durante os estímulos de baixa intensidade, conseguindo manter os estímulos de alta intensidade

durante todo o tempo do protocolo utilizado. É válido ressaltar que nem todos os participantes do estudo de Smith et al. (2015) eram jogadores de futebol.

No segundo estudo de Smith, Coutts, et al. (2016), foi utilizado como protocolo de carga de trabalho a aplicação de dois testes, chamados “Loughborough Soccer Passing and Shooting Tests” (LSPT e LSST) e tendo a tarefa cognitiva com carga mental aplicada antes dos testes realizados.

Os resultados mostraram não haver diferença entre o tempo original e o tempo de desempenho no LSPT entre os grupos, não haver diferença entre o tempo médio de sequência de chute no LSST entre grupos, um aumento do tempo de penalidade no grupo com tarefa cognitiva com carga mental e uma diminuição na velocidade e precisão do chute no LSST no grupo com tarefa cognitiva com carga mental.

Antes de discutir os resultados propriamente dito, é válido ressaltar que segundo Smith, Coutts, et al. (2016), autores do referido artigo analisado, o estudo proposto por eles “é o primeiro estudo a investigar experimentalmente os efeitos da fadiga mental em testes baseados em habilidades do desempenho desportivo de equipe”. Essa afirmação ainda pode ser mantida, pois até o momento da entrega do presente trabalho, não havia sido encontrado nenhum outro artigo que tivesse realizado esse tipo de estudo, o que demonstra a grande janela evolutiva que existe nessa área.

Reduções na qualidade e quantidade de ações técnicas ao final de um jogo (Carling & Dupont, 2011; Rampinini et al., 2008) já foram previamente comprovadas, o que corrobora com os achados no segundo estudo proposto no artigo de Smith, Coutts, et al. (2016), onde os autores afirmam que a fadiga mental contribui para o declínio no desempenho técnico observado no final dos jogos de futebol. Pois, o aumento do tempo de penalidade no LSPT do grupo experimental, indica que houve um aumento no número de erros nas execuções técnicas durante o teste.

O fato de não haver diferença entre o tempo original e o tempo de desempenho no LSPT entre os grupos e não haver diferença entre o tempo médio de sequência de chute no LSST entre grupos, é indicado por Smith,

Coutts, et al. (2016) como sendo o resultado de uma mente cansada, onde os jogadores do grupo experimental, tiveram a sua habilidade de identificar erros e consequentemente ajustar o desempenho diminuída.

Lorist et al. (2005) afirmam que a fadiga mental não permite o correto ajustamento do desempenho durante as tarefas cognitivas.

De acordo com essa afirmação, podemos dizer que a mente previamente cansada dos participantes nos testes propostos por Smith, Coutts, et al. (2016), sem dúvida afetou o rendimento dos mesmos. Isso também justifica a diminuição na velocidade e precisão do chute no LSST no grupo com tarefa cognitiva com carga mental, comprovando a influência da fadiga mental sob o desempenho técnico dos jogadores de futebol.

No estudo de Badin et al. (2016), foi utilizado como protocolo de carga de trabalho a aplicação de espaço reduzido de 5 contra 5, sem a presença de goleiros, em uma área de 20 por 30 metros. Duração de 15 minutos, sendo 2 tempos de 7 minutos com 1 minuto de pausa. Tendo a tarefa cognitiva aplicada antes dos testes realizados

Os resultados demonstraram pouca clareza no efeito da fadiga mental sob as variáveis físicas e que a fadiga mental provocou alterações nas variáveis técnicas.

É válido ressaltar nesse estudo, assim como foi feito no estudo anterior, que o estudo de Badin et al. (2016) é o único encontrado na literatura que faz uma relação entre a fadiga mental e o desempenho técnico dos jogadores de futebol em jogos de espaço reduzido, podendo ser um vasto campo de investigações futuras.

Quanto as variáveis físicas citadas pelos autores, a corrida de baixa velocidade (7-13 km/h), a corrida de alta velocidade (13- 18 km/h) e a corrida de altíssima velocidade (> 18 km/h), a distância total e o número de acelerações, ou não tiveram resultados claros entre os grupos (controle e experimental) ou foram pouco relevantes. Isso pode ser explicado por Badin et al. (2016) pelo fato de que ao utilizar jogos de espaço reduzido, vários fatores (táticas adversárias, trabalho em equipe, estratégia, etc.) deveriam ter sido ajustados para compensar

a fadiga mental. Porém, como eram fatores de pouca relevância para o estudo não foram tomados com tantos cuidados, além de serem fatores difíceis de serem controlados, o que pode ter influenciado para não haver impactos claros da fadiga mental sob as variáveis físicas.

Quanto as alterações provocadas pela fadiga mental sob as variáveis técnicas, pode-se observar que a porcentagem dos envolvimento positivos, a posse de bola positiva, a porcentagem da precisão dos passes e a porcentagem das entradas bem-sucedidas foram todas afetadas significativamente pela fadiga mental no grupo experimental em relação ao grupo controle. Esse resultado vai ao encontro do que afirma Duncan et al. (2015) quando dizem que a fadiga mental prejudica as habilidades motoras básicas e, também vai ao encontro, do que afirmam Smith, Coutts, et al. (2016) quando dizem que a fadiga mental prejudica o desempenho técnico dos jogadores de futebol.

Buscando fazer uma relação entre o segundo estudo do artigo de Smith, Coutts, et al. (2016) e o estudo de Badin et al. (2016), pode-se afirmar sem dúvidas com base nos achados de ambos estudos a fadiga mental prejudica o desempenho técnico de jogadores de futebol.

Com base nesse consenso encontrado na literatura, é importante entender quais ferramentas ajudam na detecção dessa fadiga mental, a fim de evitá-la. Esse tema será discutido no subcapítulo a seguir.

8.5. Ferramentas para detecção da fadiga mental

O artigo de Greig et al. (2007) utilizou a escala de Borg de 6-20 pontos para avaliar o RPE. O artigo de Smith et al. (2015) empregou a escala de CR100 de Borg para avaliação do RPE, para avaliar a percepção subjetiva de esforço 30 minutos após o término do protocolo experimental usou o “session-RPE” (Foster et al., 2001), utilizou a escala de BRUMS para avaliar o humor (Terry et al., 2003) e uma escala desenvolvida e validada por Matthews et al. (2001) para avaliação da motivação intrínseca e o sucesso antes e depois do protocolo. O estudo de Smith, Coutts, et al. (2016) e Badin et al. (2016) utilizaram para avaliar o RPE a escala de 6-20 pontos de Borg e a escala CR10 de Borg

respectivamente e, ambos estudos, utilizaram o questionário VAS para avaliação da percepção de fadiga quanto a fadiga mental, esforço mental e motivação, sendo que no estudo de Badin et al. (2016) o questionário de VAS também foi usado para avaliar a fadiga física.

Pode-se constatar que todos os artigos empregaram algum tipo de escala de RPE de Borg, com o intuito de avaliar a percepção subjetiva de esforço e todos constaram um incremento nos valores de RPE após a atividade com carga cognitiva mental.

Esses achados confirmam o que foi encontrado por (Brownsberger et al., 2013) e indicam um consenso sobre a importância de empregar o RPE para avaliar um incremento dos níveis de classificação subjetiva de fadiga, causados pela fadiga mental.

No estudo proposto por Polito et al. (2017) a escala RPE foi o instrumento mais utilizado nos estudos selecionados para a revisão sistemática proposta pelos autores, para medir o esforço e a fadiga nos jogadores de futebol. Isso pode ser confirmado, também no presente estudo.

A escala de BRUMS demonstrou ser uma ferramenta válida para detecção de estados alterados de humor como foi comprovado também por Rohlf et al. (2008).

O “session-RPE” foi significativamente maior na condição de fadiga mental, o que pode ser facilmente explicado pelo fato do grupo experimental ter sofrido um incremento de carga mental devido a tarefa mental que foi submetido, diferentemente do grupo controle.

A ferramenta desenvolvida e validada por Matthews et al. (2001) para avaliação da motivação intrínseca e o sucesso antes e depois do protocolo, demonstrou não haver diferença significativa entre os grupos. O fato da fadiga mental não alterar a motivação intrínseca e o sucesso no protocolo, está de acordo com as afirmações de Brownsberger et al. (2013) e Marcora et al. (2009).

O questionário VAS utilizado por Smith, Coutts, et al. (2016) e Badin et al. (2016) indicaram em ambos artigos o aumento significativo para as classificações subjetivas de fadiga mental e esforço mental nos grupos experimentais após a tarefa com carga cognitiva mental. Quanto a motivação,

ambos artigos mostraram que a motivação não teve diferenças significativas entre grupos, o que está de acordo com outros autores (Brownsberger et al., 2013; Marcora et al., 2009; Smith et al., 2015).

Ficou explícito que o RPE (em suas diferentes escalas) parece ser um consenso entre os autores para a avaliação da percepção subjetiva de esforço que demonstrou ao longo do subcapítulo, que quando medida após uma tarefa cognitiva com carga mental, demonstra incremento dos seus valores, podendo ser utilizada como uma ferramenta para uma primeira detecção de indícios de fadiga mental. Outra escala que poderá ser utilizada para a primeira detecção de indícios da fadiga mental é a escala de BRUMS. No entanto, esses primeiros indícios de fadiga mental e a própria em si, demonstraram serem facilmente identificados quando da utilização do questionário VAS que mostrou ser um questionário de relevância para a detecção da fadiga mental e o esforço mental. Independentemente do questionário utilizado, a motivação demonstrou não sofrer uma relevante influência da fadiga mental.

8.6. Medidas fisiológicas

O único estudo que não faz análise de nenhuma medida fisiológica, é o segundo estudo do artigo de Smith, Coutts, et al. (2016). Todos os demais estudos analisam alguma medida fisiológica, sendo que coincidem para análise da frequência cardíaca. Além disso, o estudo de Smith et al. (2015) analisou o $VO_{2\text{máx}}$, o lactato sanguíneo e a glicose sanguínea e o estudo de Greig et al. (2007) analisou o cortisol salivar.

No estudo de Smith et al. (2015), os valores de lactato sanguíneo e os valores de glicose sanguínea não demonstraram diferenças significativas entre os grupos. Apenas o $VO_{2\text{máx}}$ apresentou diferença significativa entre grupos, sendo menor no grupo experimental.

No estudo de Fairclough & Houston (2004) sugeriu-se que as tarefas cognitivas exigentes semelhantes a proposta por Smith et al. (2015), podem prejudicar o desempenho em tarefas cognitivas ou físicas subsequentes, pelo

esgotamento da glicemia. O que não foi comprovado por Smith et al. (2015), pois os resultados do artigo indicaram que a glicose disponível estava adequada para manter o desempenho.

Quanto ao lactato sanguíneo, os valores encontrados mostraram estar em conformidade com outros estudos para esportes intermitentes de equipe (Coutts et al., 2003; Duthie et al., 2003).

No que diz respeito ao $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, segundo os autores do estudo, a diferença ocorreu provavelmente pela menor velocidade de atividade de baixa intensidade escolhida pelos indivíduos avaliados, do que pelo efeito metabólico direto da fadiga mental. Com isso, de acordo com Marcora et al. (2009) o fato da fadiga mental influenciar de forma prejudicial no desempenho da corrida intermitente, isso não pode ser explicado por respostas cardiovasculares ou metabólicas prejudicadas.

Para a frequência cardíaca, os artigos de Greig et al. (2007) e Badin et al. (2016), mostraram uma diminuição da frequência cardíaca em seus estudos, para os grupos experimentais que realizaram a tarefa cognitiva com carga mental. Sendo que no estudo de Badin et al. (2016) essa diminuição foi considerada insignificante. Enquanto os artigos de Smith et al. (2015) e o primeiro estudo do artigo de Smith, Coutts, et al. (2016) não encontraram diferenças na frequência cardíaca entre os grupos.

Os resultados de Smith et al. (2015) e do primeiro artigo de Smith, Coutts, et al. (2016) para a frequência cardíaca, parecem estar em conformidade com o citado anteriormente por Marcora et al. (2009), de que a influência da fadiga mental sobre o desempenho de corridas intermitentes, não pode ser explicado por respostas cardiovasculares ou metabólicas.

Para Badin et al. (2016) o fato da frequência cardíaca ter tido uma pequena diminuição durante o jogo de espaço reduzido para o grupo que fez a tarefa cognitiva com carga mental, se deve possivelmente, pelos jogadores estarem mentalmente cansados durante a atividade de espaço reduzido, permanecendo assim, mais tempo na posição parado/caminhando.

Para Greig et al. (2007) a frequência cardíaca ter sido significativamente menor ao longo de todo o protocolo para o grupo com tarefa cognitiva de carga mental comparado ao grupo sem essa carga mental, com exceção dos últimos 15 minutos, indica segundo o próprio autor que tarefas realizadas em laboratório possuem restrições e não conseguem replicar o tarefas realizadas no terreno de jogo.

Portanto, o único estudo que apontou uma diminuição significativa da frequência cardíaca para o grupo com tarefa cognitiva com carga mental em relação ao grupo sem essa tarefa, foi o estudo de Greig et al. (2007), tendo sido explicado esse fato, como uma dificuldade de replicar situações de uma partida de futebol em laboratório e não pela influência da fadiga mental para essa redução. Por isso, entende-se que a fadiga mental não pode ser considerada como fator que altera a frequência cardíaca.

De acordo com Greig et al. (2007), o fato de não haver existido diferenças para o cortisol salivar entre os grupos se deve a mesma situação relacionada a frequência cardíaca, ou seja, a incapacidade de replicar em laboratório com uma esteira, as demandas de uma partida de futebol.

Assim sendo, entende-se que a fadiga mental parece não influenciar, de forma significativa, os aspectos fisiológicos dos indivíduos analisados, ainda mais, quando o estudo é feito em laboratório tentando replicar as demandas de uma partida de futebol.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da presente revisão de literatura, foi possível verificar que a influência da fadiga mental sob o desempenho físico e técnico dos jogadores de futebol em treinamentos e jogos é uma constatação e não uma suposição. Porém, não foi confirmada a influência da fadiga mental, de maneira significativa, sob aspectos fisiológicos dos indivíduos.

Entre as principais consequências causadas pela fadiga mental sob o desempenho do jogador de futebol, de acordo com o que foi apresentado nos artigos selecionados, pode se destacar: A piora do rendimento durante a corrida intermitente tanto em baixa quanto em alta intensidade, o aumento do número de erros técnicos, a diminuição na velocidade e precisão do chute e a piora na precisão de resposta dos indivíduos.

Outra constatação da presente revisão de literatura, é que para a detecção da fadiga mental a escala VAS (“Visual Analog Scale”), demonstrou ser um questionário com uma importante relevância.

Se faz necessária a realização de mais estudos que confirmem esses resultados, pois tem-se claro, que uma limitação do presente trabalho foi a existência de poucos artigos para a realização do mesmo. Há que levar-se em consideração, que não existem mais artigos publicados até o presente momento sobre o tema dessa dissertação e que esse estudo é, assim, a primeira revisão de literatura sobre a influência da fadiga mental sob o desempenho físico e técnico de jogadores de futebol.

Para futuros estudos, sugere-se a realização de protocolos semelhantes a carga de uma partida de futebol dando prioridade a estudos realizados no terreno de jogo. A realização de estudos que avaliem a influência da fadiga mental sob aspectos físicos e técnicos abordados de maneira conjunta e a realização de estudos da influência da fadiga mental sob o desempenho físico e técnico dos jogadores durante partidas oficiais de futebol.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ade, J., Fitzpatrick, J., & Bradley, P. S. (2016). High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for position-specific training drills. *J Sports Sci*, 34(24), 2205-2214.
- Alarcón, F., Ureña, N., & Cárdenas, D. (2017). La fatiga mental deteriora el rendimiento en el tiro libre en baloncesto. *MENTAL FATIGUE IMPAIRS THE BASKETBALL FREE-THROW PERFORMANCE.*, 26, 33-36.
- Ali, A., Williams, C., Hulse, M., Strudwick, A., Reddin, J., Howarth, L., Eldred, J., Hirst, M., & McGregor, S. (2007). Reliability and validity of two tests of soccer skill. *Journal of Sports Sciences*, 25(13), 1461-1470.
- Ament, W., & Verkerke, G. (2009). Exercise and fatigue. *Sports Medicine*, 39(5), 389-422.
- Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., & Coutts, A. J. (2016). Mental Fatigue: Impairment of Technical Performance in Small-Sided Soccer Games. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(8), 1100-1105.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 2(2), 111-127.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51.
- Bishop, D. J. (2012). Fatigue during intermittent-sprint exercise. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 39(9), 836-841.
- Boksem, M. A. S., & Tops, M. (2008). Mental fatigue: Costs and benefits. *Brain Research Reviews*, 59(1), 125-139.
- Borg, E., & Borg, G. (2002). A comparison of AME and CR100 for scaling perceived exertion. *Acta psychologica*, 109(2), 157-175.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
- Bray, S. R., Graham, J. D., Martin Ginis, K. A., & Hicks, A. L. (2012). Cognitive task performance causes impaired maximum force production in human hand flexor muscles. *Biological Psychology*, 89(1), 195-200.
- Bray, S. R., Martin Ginis, K. A., Hicks, A. L., & Woodgate, J. (2008). Effects of self-regulatory strength depletion on muscular performance and EMG activation. *Psychophysiology*, 45(2), 337-343.
- Brink, M. S., Visscher, C., Coutts, A. J., & Lemmink, K. A. P. M. (2012). Changes in perceived stress and recovery in overreached young elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 22(2), 285-292.
- Brownsberger, J., Edwards, A., Crowther, R., & Cottrell, D. (2013). Impact of mental fatigue on self-paced exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 34(12), 1029-1036.
- Cárdenas, D., Conde-González, J., & Perales, J. C. (2015). The role of mental workload in sport training planning. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 91-100.
- Cárdenas, D., Conde-González, J., & Perales, J. C. (2017). La fatiga como estado motivacional subjetivo. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(1), 31-41.
- Carling, C., & Dupont, G. (2011). Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play? *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 63-71.
- Coutts, A., Reaburn, P., & Abt, G. (2003). Heart rate, blood lactate concentration and estimated energy expenditure in a semi-professional rugby league team during a match: A case study. *Journal of Sports Sciences*, 21(2), 97-103.
- Coutts, A. J. (2016). Fatigue in football: it's not a brainless task! *J Sports Sci*, 34(14), 1296.

- Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., & Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-212.
- DiDomenico, A., & Nussbaum, M. A. (2008). Interactive effects of physical and mental workload on subjective workload assessment. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(11-12), 977-983.
- Duncan, M. J., Fowler, N., George, O., Joyce, S., & Hankey, J. (2015). Mental fatigue negatively influences manual dexterity and anticipation timing but not repeated high-intensity exercise performance in trained adults. *Research in Sports Medicine*, 23(1), 1-13.
- Duthie, G., Pyne, D., & Hooper, S. (2003). Applied Physiology and Game Analysis of Rugby Union. *Sports Medicine*, 33(13), 973-991.
- Fairclough, S. H., & Houston, K. (2004). A metabolic measure of mental effort. *Biological Psychology*, 66(2), 177-190.
- Fessi, M. S., Nour, S., Dellal, A., Owen, A., Elloumi, M., & Moalla, W. (2016). Changes of the psychophysical state and feeling of wellness of professional soccer players during pre-season and in-season periods. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 375-386.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Gallo, T. F., Cormack, S. J., Gabbett, T. J., & Lorenzen, C. H. (2016). Pre-training perceived wellness impacts training output in Australian football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(15), 1445-1451.
- Goodall, S., Thomas, K., Harper, L. D., Hunter, R., Parker, P., Stevenson, E., West, D., Russell, M., & Howatson, G. (2017). The assessment of neuromuscular fatigue during 120 min of simulated soccer exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 117(4), 687-697.
- Greig, M., Marchant, D., Lovell, R., Clough, P., & McNaughton, L. (2007). A continuous mental task decreases the physiological response to soccer-specific intermittent exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 41(12), 908-913.
- Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3594-3618.
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44(2), 139-147.
- Head, J. R., Tenan, M. S., Tweedell, A. J., Price, T. F., LaFiandra, M. E., & Helton, W. S. (2016). Cognitive Fatigue Influences Time-On-Task during Bodyweight Resistance Training Exercise. *Front Physiol*, 7, 373.
- Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring Overtraining in Athletes: Recommendations. *Sports Medicine*, 20(5), 321-327.
- Kennedy, M. D., Tamminen, K. A., & Holt, N. L. (2013). Factors that influence fatigue status in Canadian university swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 554-564.
- Knicker, A. J., Renshaw, I., Oldham, A. R. H., & Cairns, S. P. (2011). Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition. *Sports Medicine*, 41(4), 307-328.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K., & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(4), 697-705.
- Lorist, M. M., Boksem, M. A. S., & Ridderinkhof, K. R. (2005). Impaired cognitive control and reduced cingulate activity during mental fatigue. *Cognitive Brain Research*, 24(2), 199-205.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163-203.

- Marcora, S. M. (2008). Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? *European Journal of Applied Physiology*, 104(5), 929.
- Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *J Appl Physiol* (1985), 106(3), 857-864.
- Marqués-Jiménez, D., Calleja-González, J., Arratibel, I., Delextrat, A., & Terrados, N. (2017). Fatigue and recovery in soccer: Evidence and challenge. *Open Sports Sciences Journal*, 10, 52-70.
- Martin Ginis, K. A., & Bray, S. R. (2010). Application of the limited strength model of self-regulation to understanding exercise effort, planning and adherence. *Psychology and Health*, 25(10), 1147-1160.
- Martin, K., Staiano, W., Menaspà, P., Hennessey, T., Marcora, S., Keegan, R., Thompson, K. G., Martin, D., Halson, S., & Rattray, B. (2016). Superior inhibitory control and resistance to mental fatigue in professional road cyclists. *PLoS ONE*, 11(7).
- Martin, K., Thompson, K. G., Keegan, R., Ball, N., & Rattray, B. (2015). Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance. *Eur J Appl Physiol*, 115(4), 715-725.
- Matthews, G., Campbell, S. E., & Falconer, S. (2001). *Assessment of motivational states in performance environments*. Comunicação apresentada em Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society.
- Mehta, R. K., & Parasuraman, R. (2014). Effects of mental fatigue on the development of physical fatigue: a neuroergonomic approach. *Human Factors*, 56(4), 645-656.
- Moalla, W., Fessi, M. S., Farhat, F., Nour, S., Wong, D. P., & Dupont, G. (2016). Relationship between daily training load and psychometric status of professional soccer players. *Research in Sports Medicine*, 24(4), 387-394.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal Of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Nédélec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2012). Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(12), 997-1015.
- Noakes, T. D., St. Clair Gibson, A., & Lambert, E. V. (2004). From catastrophe to complexity: A novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 511-514.
- Orendurff, M. S., Walker, J. D., Jovanovic, M., Tulchin, K. L., Levy, M., & Hoffmann, D. K. (2010). Intensity and duration of intermittent exercise and recovery during a soccer match. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2683-2692.
- Pageaux, B., & Lepers, R. (2016). Fatigue Induced by Physical and Mental Exertion Increases Perception of Effort and Impairs Subsequent Endurance Performance. *Frontiers in Physiology*, 7(587).
- Pageaux, B., Lepers, R., Dietz, K. C., & Marcora, S. M. (2014). Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. *European Journal of Applied Physiology*, 114(5), 1095-1105.
- Pageaux, B., Marcora, S. M., & Lepers, R. (2013). Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. *Med Sci Sports Exerc*, 45(12), 2254-2264.
- Paul, D. J., Bradley, P. S., & Nassis, G. P. (2015). Factors Affecting Match Running Performance of Elite Soccer Players: Shedding Some Light on the Complexity. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 10(4), 516-519.
- Polito, L. F. T., Figueira, A. J., Miranda, M. L. J., Chtourou, H., Miranda, J. M., & Brandão, M. R. F. (2017). Psychophysiological indicators of fatigue in soccer players: A systematic review. *Science & Sports*, 32(1), 1-13.

- Rampinini, E., Bosio, A., Ferraresi, I., Petruolo, A., Morelli, A., & Sassi, A. (2011). Match-related fatigue in soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 43(11), 2161-2170.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Azzalin, A., Bravo, D. F., & Wisløff, U. (2008). Effect of Match-Related Fatigue on Short-Passing Ability in Young Soccer Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(5), 934-942.
- Reilly, T., Drust, B., & Clarke, N. (2008). Muscle Fatigue during Football Match-Play. *Sports Medicine*, 38(5), 357-367.
- Rohlf, I. C. P. d. M., Rotta, T. M., Luft, C. D. B., Andrade, A., Krebs, R. J., & Carvalho, T. d. (2008). A Escala de Humor de Brunel (Brums): instrumento para detecção precoce da síndrome do excesso de treinamento. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14, 176-181.
- Rozand, V., Pageaux, B., Marcora, S. M., Papaxanthis, C., & Lepers, R. (2014). Does mental exertion alter maximal muscle activation? *Front Hum Neurosci*, 8, 755.
- Russell, M., & Kingsley, M. (2011). Influence of Exercise on Skill Proficiency in Soccer. *Sports Medicine*, 41(7), 523-539.
- Silva-Junior, F. L., Emanuel, P., Sousa, J., Silva, M., Teixeira, S., Pires, F., Machado, S., & Arias-Carrion, O. (2016). Prior Acute Mental Exertion in Exercise and Sport. *Clin Pract Epidemiol Ment Health*, 12, 94-107.
- Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., & Marcora, S. M. (2016). Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 48(2), 267-276.
- Smith, M. R., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2015). Mental Fatigue Impairs Intermittent Running Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 47(8), 1682-1690.
- Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M., & Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *J Sports Sci*, 34(14), 1297-1304.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(6), 501-536.
- Tanaka, M., Ishii, A., & Watanabe, Y. (2014). Neural effect of mental fatigue on physical fatigue: A magnetoencephalography study. *Brain Research*, 1542, 49-55.
- Terry, P. C., Lane, A. M., & Fogarty, G. J. (2003). Construct validity of the Profile of Mood States - Adolescents for use with adults. *Psychology of Sport and Exercise*, 4(2), 125-139.
- Thomas, K., Dent, J., Howatson, G., & Goodall, S. (2017). Etiology and Recovery of Neuromuscular Fatigue after Simulated Soccer Match Play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(5), 955-964.
- Torreño, N., Munguia-Izquierdo, D., Coutts, A., Sáez de Villarreal, E., Asian-Clemente, J., & Suarez-Arrones, L. (2016). Relationship Between External and Internal Loads of Professional Soccer Players During Full Matches in Official Games Using Global Positioning Systems and Heart-Rate Technology. 11(7), 940.
- Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2017). The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Med*, 47(8), 1569-1588.
- Wallace, H. M., & Baumeister, R. F. (2002). The Effects of Success versus Failure Feedback on Further Self-Control. *Self & Identity*, 1(1), 35-41.
- Walsh, V. (2014). Is sport the brain's biggest challenge? *Current Biology*, 24(18), R859-R860.
- Williford, H. N., Olson, M. S., Gauger, S., Duey, W. J., & Blessing, D. L. (1998). Cardiovascular and metabolic costs of forward, backward, and lateral motion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(9), 1419-1423.
- Yang, B., Xiao, W., Liu, X., Wu, S., & Miao, D. (2013). Mental fatigue impairs pre-attentive processing: A MMN study. *Neuroscience Letters*, 532, 12-16.